ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JUILLET 1930.

PRÉSIDENCE DE M. Louis MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SPECTROSCOPIE. — *Raies ultimes des corps alcalins et alcalino-terreux.* Note de M. **Deslandres**.

Les radiations ultimes d'un corps simple, qui sont les dernières à disparaître, lorsque la proportion du corps dans un mélange devient de plus en plus faible, sont aussi en général les plus fortes du corps illuminé seul et les raies premières de séries hydrogénoïdes. Or, en 1924, j'ai montré que les raies ultimes des vingt premiers corps simples et du mercure étaient le plus souvent des multiples de la fréquence élémentaire 1062,5, désignée par la lettre d_1. Une raie est dite multiple de d_1 et d'une manière générale de d_1/n, n étant un nombre entier petit, lorsque l'écart entre sa fréquence et le multiple de d_1/n est égal au plus à $d_1/10\,n$.

Cette étude de 1924 était une première reconnaissance; je la reprends aujourd'hui en la limitant aux deux familles naturelles de corps simples, qui occupent les deux premières colonnes du tableau de Mendéléef, c'est-à-dire aux corps alcalins et alcalino-terreux. Leur atome a une structure simple, avec seulement un ou deux électrons sur la couche extérieure.

Dans l'intervalle, d'ailleurs, plusieurs propriétés curieuses et nouvelles de ces raies multiples de d_1 ont été reconnues dans les spectres. Les raies les plus brillantes et les plus hautes de l'atmosphère solaire sont rattachées à la fréquence d_1 et, lorsqu'une raie multiple de d_1 se trouve dans un multiplet, elle est renforcée dans le Soleil par rapport aux autres raies du même multiplet, ce qui est attribué à la présence de l'hélium et de l'hydrogène. De plus les raies multiples de d_1, premières ou non premières d'une série

hydrogénoïde, correspondent à ses petites irrégularités de position ou d'intensité; et même, dans plusieurs spectres, les raies qui subissent le déplacement maximum par la pression sont aussi des multiples de 1062,5. Bref j'ai dû admettre une cause nouvelle, liée à la fréquence d_1, qui intervient pour modifier l'intensité et la manière d'être des raies spectrales (¹).

Une étude plus précise des raies ultimes devenait nécessaire. Leur importance, comme on sait, a été signalée d'abord par de Gramont (1907-1922), qui a publié la première liste des raies ultimes pour de nombreux corps illuminés dans l'air à la pression atmosphérique avec les modes d'excitation relativement faibles dont on dispose dans tous les laboratoires. Puis, Sommerfeld (1922), Foote et Mohler (1922) et Kiess (1923) les ont aussi étudiées; et, sous l'influence d'idées théoriques, ils ont soutenu que la raie ultime coïncidait avec la raie dite de résonance émise entre les deux niveaux les plus bas de l'atome. Mais Croze, dans deux Notes de 1922 et 1923, a montré que cette coïncidence ne se vérifie pas, au moins pour les corps alcalino-terreux (groupe II de Mendéléef).

Puis, en 1925, Russell publie la liste des raies qu'il appelle ultimates et pénultimates, la première raie de la liste étant en réalité pour chaque corps la raie de résonance. Plus tard, Meggers en 1927 et Russell en 1929 présentent pour la grande majorité des corps les raies qui sont pour eux ultimes et persistantes. Ils utilisent les données nouvelles récemment acquises dans l'ultraviolet extrême avec des arcs et étincelles d'une grande puissance dans le vide, et ils ont toujours une préférence marquée pour la raie de résonance (²).

J'ai étudié la question d'un point de vue tout autre et en cherchant à rester, autant que possible, en dehors de toute théorie. Le point de départ de la recherche en 1924 a été la remarque suivante : les raies ultimes admises par tous de He, Na, Ti, C, Ca^+ Sr^+ et Hg sont des multiples de d_1 avec un écart au plus égal à 100, et elles ont été révélées avec une excitation de la vapeur faible ou moyenne. Il convient de placer dans les mêmes conditions les autres corps dont on veut déterminer la raie ultime et donc d'écarter les raies ultraviolettes de très haute fréquence dont l'émission exige une forte

---

(¹) *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 5 et 1066; **189**, 1929, p. 20 et 669; **190**, 1930, p. 836 et 1250; **191**, 1930, p. 7.

(²) Croze, *Comptes rendus*, **175**, 1922, p. 1143; **177**, 1923, p. 1285; *International critical Tables*, **5**, 1929, p. 323, et Russell, *Astroph. Journ.*, **41**, 1925, p. 223, et **70**, 1929, p. 31.

énergie. Je suis conduit plutôt à retenir les raies infrarouges, complètement négligées par Meggers et Russell.

Les résultats sont condensés dans le tableau ci-après qui donne les raies ultimes (distinguées par des chiffres gras) et quelques raies fortes de l'hydrogène, de l'hélium, des corps alcalins, des corps alcalino-terreux, ionisés et neutres, et aussi du cuivre, du zinc, du cadmium et du mercure. Tous ces corps ont ce point commun d'avoir seulement un ou deux électrons optiques; et leur tableau peut être comparé aux listes américaines. Or je signale tout d'abord une erreur qui s'est glissée dans la liste de Russell. La raie ultime des alcalins est dans le premier doublet de leur série principale, et Russell choisit la raie la plus faible du doublet, deux fois moins intense que l'autre. Il faut prendre la raie la plus forte, et l'accord avec les multiples de d_1 apparaît alors clairement.

Le tableau donne pour l'hydrogène les têtes des trois séries successives de Lyman, Balmer et Paschen. D'après les idées régnantes, l'intensité de ces têtes doit décroître à partir de la première tête qui est la raie de résonance λ 1215, admise comme raie ultime par Russell. Mais Brackett, en opérant avec une pile thermo-électrique, a montré que la raie infrarouge de Paschen, qui est la troisième tête, devient, avec une excitation moyenne, beaucoup plus intense que la deuxième. Cette raie, qui est un multiple de d_1, est pour moi la raie ultime. En fait, nous ignorons comment les niveaux d'énergie se forment dans l'atome et comment ils retiennent les électrons; tout porte à croire qu'ils les retiennent avec une force qui n'est pas constante. C'est l'expérience seule qui peut nous éclairer sur ces points, et l'on sait d'ailleurs que la raie ultime peut varier avec le mode d'excitation.

Avec les cinq corps alcalins, le potassium excepté, la raie ultime est multiple de d_1 ; mais le potassium a une raie infrarouge très forte, λ 11772, multiple de d_1, et j'émets l'idée qu'elle peut être comme précédemment avec l'hydrogène plus forte que la raie lumineuse λ 7665. Il faudra mesurer les intensités de ces deux raies avec le même récepteur [1].

La même remarque s'applique au calcium neutre; la raie λ 4226, présentée jusqu'ici comme sa raie ultime, est un multiple de $d_1/4$, mais la plus forte raie de l'infrarouge, λ 10345, rattachée à d_1, peut être en réalité la plus intense de toutes. Sa recherche est recommandée aux laboratoires organisés pour l'étude précise de l'infrarouge.

---

(1) Pour Na, le tableau présente trois raies, têtes de série, qui sont, avec des intensités décroissantes, des multiples de d_1, $d_1/2$, $d_1/4$. Elles sont à rapprocher des deux raies de K. A noter que ce dernier corps se distingue, par plusieurs irrégularités, des autres corps alcalins.

Raies ultimes des éléments des deux premières colonnes de la série périodique.

Élément.	Longueur d'onde.	Notation de série.	Fréquence.	Multiple de d_1 et résidu.
H.	1215,7	–	82258 =	$77\,d_1 + 444$
	6562,8	–	15233 =	$(14 + {}^1/_3)\,d_1 + 4$
	18751,0	–	5332 =	$5\,d_1 + 19$
He.	584,4	${}^1S_0 - {}^1P_1$	171116 =	$161\,d_1 + 54$
	10830,1	${}^2S_1 - {}^2P_2$	9231 =	$(8 + {}^2/_3)\,d_1 + 23$
	5875,6	${}^2P_2 - {}^2D_2$	17015 =	$16\,d_1 + 15$
Li.	**6707,8**	${}^2S_1 - {}^2P_{1,2}$	14904 =	$14\,d_1 + 29$
Na.	**5890,0**	${}^2S_1 - {}^2P_2$	16973 =	$16\,d_1 - 27$
	8194,8	${}^2P_2 - {}^2D_1$	12199 =	$(11 + {}^1/_2)\,d_1 - 19$
	11404,2	${}^2P_2 - {}^2S_1$	8766 =	$(8 + {}^1/_4)\,d_1 + 0$
K.	7664,9	${}^2S_1 - {}^2P_2$	13043 =	$(12 + {}^1/_4)\,d_1 + 27$
	11771,7	${}^2P_2 - {}^2D_1$	8493 =	$8\,d_1 - 7$
Rb.	**7800,3**	${}^2S_1 - {}^2P_2$	12816 =	$12\,d_1 + 66$
	13443,7	${}^2D_1 - {}^2F$	7437 =	$7\,d_1 - 1$
Cs.	**8521,1**	${}^2S_1 - {}^2P_2$	11732 =	$11\,d_1 + 46$
Cu.	**3247,5**	id.	30784 =	$29\,d_1 - 29$
Be^+.	**3130,4**	id.	31936 =	$30\,d_1 + 61$
Mg^+.	2795,5	id.	35761 =	$(33 + {}^2/_3)\,d_1 - 10$
	4481,3	${}^2D_2 - {}^2F_1$	22309 =	$21\,d_1 - 4$
Ca^+.	**3933,6**	${}^2S_1 - {}^2P_2$	25414 =	$24\,d_1 - 86$
Sr^+.	**4077,7**	id.	24516 =	$23\,d_1 + 79$
Ba^+.	**4554,0**	id.	21952 =	$(20 + {}^2/_3)\,d_1 - 6$
	4934,1	${}^2S_1 - {}^2P_1$	20261 =	$19\,d_1 + 74$
Zn^+.	**2025,5**	${}^2S_1 - {}^2P_2$	49355 =	$(46 + {}^1/_2)\,d_1 - 51$
Be	**2348,6**	${}^1S_0 - {}^1P_1$	42565 =	$40\,d_1 + 65$
Mg.	**2852,1**	id.	35051 =	$33\,d_1 - 11$
Ca.	4226,7	id.	23652 =	$(22 + {}^1/_4)\,d_1 - 12$
	10345,0	${}^1P_1 - {}^1S_1$	9664 =	$9\,d_1 + 102$
Sr.	**4607,3**	${}^1S_0 - {}^1P_1$	21698 =	$20\,d_1 + 448$
Ba.	**5535,5**	id.	18060 =	$17\,d_1 - 2$
Zn.	**2138,6**	id.	46745 =	$44\,d_1 - 5$
Cd.	2888,0	id.	43692 =	$41\,d_1 + 130$
	10394,7	${}^1P_1 - {}^1S_1$	9617 =	$9\,d_1 + 55$
Hg.	1849,6	id.	54066 =	$51\,d_1 - 122$
	2536,5	${}^1S_0 - {}^3P_1$	39413 =	$37\,d_1 + 100$

Le cadmium, qui est rangé dans la famille des alcalino-terreux, donne lieu aussi à la même remarque. Enfin le mercure mérite une mention spéciale ; il est le seul de la famille dont la raie de résonance soit forte et

en même temps raie ultime. Or, cette raie λ2536 est aussi la seule raie de résonance rattachée dans la famille à un multiple de d_1.

Dans l'ensemble, les 22 corps du tableau dont les poids atomiques sont compris entre les nombres 1 et 200 montrent un lien étroit avec la fréquence 1062,5, le strontium seul étant excepté (1). Cette fréquence a été présentée déjà comme rattachée à une cause nouvelle qui modifie l'intensité et même la position des raies spectrales; d'après l'étude actuelle, elle doit intervenir aussi dans la formation des niveaux d'énergie de l'atome, au moins pour les deux premiers groupes de la série périodique des éléments.

ASTRONOMIE. — *L'observatoire de Courtanvaux à Colombes.* Note (2) de M. **Bigourdan**.

Le marquis de Courtanvaux est, au XVIIIe siècle, un des grands mécènes dont le nom a été conservé par l'histoire des Sciences, car il les favorisa de sa fortune.

François-César Le Tellier, marquis de Courtanvaux, etc. (1718-†1781 Juill. 7), était, par son père, petit-fils de Louvois; sa mère, Anne-Louise de *Noailles*, était une sœur du cardinal et du premier maréchal de ce nom.

Destiné à l'armée, il fit sa première campagne (1733), à l'âge de 15 ans, comme aide de camp du maréchal son oncle. Devenu colonel en 1740, il quitte le service pour raison de santé en 1745 : son régiment passa au marquis de Montmirail son fils qui devint membre honoraire de l'Académie des Sciences en 1761, puis son président (1763).

Condorcet, qui a écrit l'éloge de Courtanvaux (*Mém. Acad.* 1781, H.71-78), dit qu'il était né avec le goût de la simplicité et de l'indépendance, que son éducation avait été très négligée, mais qu'un goût naturel pour les sciences le sauva de l'oisiveté dans sa retraite prématurée.

Ce qui lui manqua, semble-t-il, c'est la persévérance, car, dit Condorcet, « il s'appliqua successivement à l'Histoire Naturelle, à la Chimie (3), à la

(1) On peut joindre au strontium les deux corps simples de poids atomique élevé, Ag et Au, qui sont souvent rattachés aux corps alcalins, et qui, jusqu'ici, n'ont offert aucun lien net avec la fréquenee d_1.

(2) Séance du 7 juillet 1930.

(3) Il publia deux mémoires de Chimie, l'un sur l'éther marin, l'autre sur le vinaigre radical (*Sav. Etr.*, t. V, p. 19 et 72).

Géographie (¹), à la Physique, aux Mécaniques (²), à l'Astronomie, montrant dans toutes ses études un esprit juste et de la facilité, mais s'y livrant avec trop peu de suite et de constance ».

En 1765 il succède à son propre fils comme membre honoraire de l'Académie des Sciences.

Entouré de savants, il vécut, dit Condorcet, étranger à toute autre espèce de société et mourut le 7 juillet 1781. La bibliothèque Sainte-Geneviève possède de lui un beau buste en marbre par Bridan.

(¹) Son principal titre de gloire est aujourd'hui la générosité princière avec laquelle il seconda l'Académie des Sciences dans l'épreuve des montres marines.

Longtemps la France, avec Picard, Richer, les Cassini..., avait monopolisé la Géodésie; et, avec les observations d'éclipses des satellites de Jupiter, elle avait rénové la Géographie. Mais le problème des longitudes à la mer restait à résoudre pratiquement lorsque l'Angleterre entra en lice avec des horlogers de génie, auxquels la France opposa les Leroy, Berthoud... Il en résulta une émulation extraordinaire; mais le gouvernement de Louis XV avait donné son dernier effort pour la Science en organisant les missions géodésiques de l'Équateur et du Cercle polaire ; et dès lors l'Académie des Sciences doit tenter de le suppléer : pour sujet de prix de 1767 elle proposa *La meilleure manière de mesurer le temps à la mer*. Une montre de Pierre Le Roy, accompagnée d'un Mémoire explicatif, fut sur le point d'être couronnée après des épreuves à terre; mais on voulut l'éprouver en mer et en conséquence le prix fut remis à 1769 et doublé.

Une telle épreuve présentait alors plus d'une difficulté : il fallait comparer les longitudes données par les montres à celles des lieux d'escale, qu'on voulait déterminer elles-mêmes; cela exigeait un bateau spécial, à faible tirant d'eau pour se prêter à de nombreuses relâches, et il semblait que la marine royale était seule capable d'un tel effort. C'est alors que de Courtanvaux suppléa l'État défaillant : A ses frais il fit construire dans ce but une corvette spéciale, l'*Aurore*, et lui-même s'y embarqua avec Pingré et Messier du 20 mai au 1ᵉʳ septembre 1767, pour suivre les montres qu'on voudrait lui confier, déterminer les longitudes et l'heure dans les escales, etc. L'*Aurore* partie du Havre, visita successivement Calais, Dunkerque, Rotterdam, le Texel, Amsterdam, et au retour, Calais, Boulogne et le Havre. Les opérations faites sont données en détail dans le *Journal du Voyage de M. le Marquis de Courtanvaux*, 1 vol. in-4°, 1768, 316 pages et planches, dont une représente l'*Aurore* et une autre les sinuosités du voyage, avec les dates et heures des arrivées et départs. Le Roy obtint le prix doublé.

Un modèle de la frégate, à 1 pouce par pied, se trouve aujourd'hui à la bibliothèque Sainte-Geneviève.

(²) Il protégeait les inventeurs et construisit parfois lui-même les instruments qu'ils proposaient : sur l'un de ceux-ci, qui est décrit et figuré dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* (année 1779, H. 37, M. 502), il avait gravé cette inscription : JEAURAT *invenit*, COURTENVAUX *fecit*.

De Courtanvaux possédait à Colombes (¹), au milieu de cette grande plaine qui forme la presqu'île de Gennevilliers, et qui tend à se convertir en faubourg de Paris, une maison « délicieuse » (²) qui formait une de ses résidences et où il avait établi un grand laboratoire de Chimie, un Cabinet de modèles d'instruments de Physique et de Mécanique, enfin l'Observatoire « le plus joli qu'on puisse voir », dit J_3 Bernouilli (²), qui nous en a laissé une courte description avec la liste des instruments; mais Courtanvaux se bornait à le laisser à la disposition des savants et n'y établit pas d'observateur permanent.

Observatoire. — Il fut établi déjà en 1763 (*Mém. Acad.*, M. 476). Il était formé d'une tour ronde d'environ 18pi (6m) de diamètre, à deux étages, dont le plus élevé constituait, en majeure partie, l'Observatoire proprement dit; de là on jouissait d'un horizon étendu. A chaque étage de la tour était jointe une tourelle située au Midi et couverte d'un toit conique tournant, suspendu sur une vis centrale, tandis que l'étage supérieur de la tour avait un toit à volets mobiles, imité sans doute de l'Observatoire de Cluny; ces volets étaient doubles et au nombre de 5 ou 6.

Instruments (³). — Bernouilli dit qu'ils sont des plus beaux et en donne

---

(¹) Voir, dans la collection des *Communes du département de la Seine*, à la fin du XIXe siècle, le volume qui est relatif à Colombes.

(²) J_3 Bernouilli, *Lettres astronomiques*, p. 157.

(³) Certains de ces instruments paraissent être les mêmes que divers de ceux emportés dans le voyage de l'*Aurore*, et dont voici la liste d'après la relation, p. 60. Ceux marqués C appartenaient à de Courtanvaux. J'ai ajouté, entre ( ), des détails empruntés aux manuscrits de la bibliothèque Sainte-Geneviève, n° 1805 (relation du voyage par Pingré, avec variantes, et au n° 3010 de Messier).

a. Un *quart de c.* de Langlois, de 2pi 1/2 de rayon, avec micromètre et réticule (de 3pi de r., appartenant à l'Observatoire royal, disent les mss. 1805, 3010).

b. Un *quart de c.* de Langlois, de 2pi 1/2 de rayon, avec micromètre et réticule (c'est celui de Pingré dit mss. 3010; appartenant à l'Académie dit mss. 1805).

c. Un *instrument des passages* de Canivet, avec lunette achromatique de 3pi 1/2 de long, représentée par la figure de la planche III, p. 60 (appartenant à Le Monnier, dit mss. 1805).

d. Une « très bonne » *pendule astronomique* de Berthoud (C, mss. 3010).

e. Une *pendule* de Le Paute (C, mss. 1805).

f. Une *lunette* achromatique de 3pi, à 3 verres, de Dollond, appartenant à Trudaine de Montigny (de 3pi 1/2 dit mss. 3010).

g. Une *lunette* achrom. de 5pi (à 2 verres, appartenant à de Saron, mss. 3010).

h. Une *lunette* achrom. de 3pi à 2 verres (C, mss. 3010).

i, *j*. Dans une boîte d'instruments, un *quart de cercle* de 1pi et une petite *pendule* (mss. 3010).

la liste suivante (les numéros de Bernouilli sont entre parenthèses) :

1 (9). Un *quart de cercle* de Canivet, en cuivre de 2^{pi} de rayon, avec divisions par transversales. Il était placé dans la tourelle du deuxième étage et était commode pour prendre les hauteurs correspondantes.

2 (10). Un autre *quart de cercle*, plus important, également en cuivre et fait par Canivet, de 2 $^1/_2$ à 3 pieds de diamètre, et placé dans la tourelle du premier étage.

3 (7). Une *lunette méridienne* de 5^{pi} de foyer, fixée solidement, mais dépourvue de mire à l'horizon.

4 (8). *Une lunette méridienne* portative qui serait la même que *a* (J. B).

5 (1). Une *horloge* astronomique de F. Berthoud, avec échappement à repos et balancier compensé dont les tiges étaient à section rectangulaire; elle avait un timbre qui sonnait les secondes et que l'astronome pouvait mettre en marche quand il observait seul. C'est sans doute *d*.

6 (2). Une autre *horloge*, aussi de F. Berthoud, plus petite et plus élégante; elle avait aussi un balancier compensé, ainsi qu'un timbre pour les secondes.

7 (11). Une *machine parallactique* « bien faite » qui en 1769 portait une lunette de 4 ou 5 pieds de long.

8 (5). « Une excellente *lunette achromatique* française de 12 pouces. » C'est peut-être celle employée le 29 avril 1769 par Messier qui dit qu'elle a $10^{pi}\frac{1}{2}$ et qu'elle n'est pas fort bonne.

9 (6). Une *lunette* ordinaire de 5^{pi}, avec micromètre de Canivet.

10 (3). Un *télescope* grégorien de Short, de 18^{po} de foyer, dont un des porte-oculaires avait un micromètre de Passement. Il était muni de cercles gradués, de mouvements de rappel, et son premier axe de rotation pouvait à volonté être placé vertical ou parallèle à l'axe du monde.

11 (4). Un autre *télescope* également de Short, de 2^{pi}, à monture ordinaire.

12 (12). « Un joli *télescope* grégorien d'un pied, avec le micromètre de Dollond [héliomètre ?] très complet pour la commodité. »

13. Mégamètre de de Charnières.

Observations. — Nous les rapportons dans l'ordre chronologique :

---

k. (*Lunette* achrom. de 9^{po} de foyer, construite par Vandel et achetée de Van-Deyl à Amsterdam; construite sur d'autres principes que celles de Dollond, elle fut présentée au roi le 13 [?] et fait l'effet d'une lunette ordinaire de 9-10 pieds; mss. 3010.)

l, m. Deux *lunettes* de nuit (c'étaient celles de Pingré et de Messier; mss. 3010).

Dates.	Phénomène.	Observateur.	Instruments et autorités.
1753 mai 6.	Occult. Pléiades	Messier	Mss. 2313, f° 467 et mss. 2321.
1765 août 16.	Écl. ☉	Courtanv.	Tél. Short 3^{pi} ; Tél. grég. 12^{po} Saron } *Mém. Ac.*, 1765, H. 90; M. 476.
1766 mars 28.	♄, Bandes	Messier	Lun. achr. 10^{pi} 7^{po}. — *Mém.*, 1776, p. 584, et *Phil. Trans.*, LIX, 454.
1766 mars 28.	Écl. Sat. Ⅳ	»	Lun. achr. 12^{pi}. — p. 399. *C. des T.*, an XV.
1766 août 5.	Écl. ☉	»	Tél. 2^{pi} de Short, p. 395 } *Mém.*, 1766.
»	»	Jeaurat	Lun. ord. 5^{pi}, p. 407 } *Mém.*, 1766.
1766 sept. 22.	Occult. Pléiades	Messier	Tél. 2^{pi}. — *C. des T.*, an XV, 303 et mss. 2313, f° 467.
1767 mars 15.	Écl. Sat. Ⅳ	»	Lun. achr. 10^{pi}. — p. 403 } *Connaissance des Temps de l'an XV.*
1767 avril 16.	»	»	» . — p. 404 } *Connaissance des Temps de l'an XV.*
1768 mars 26.	»	Courtanv.	Tél. anglais 3^{pi}. — p. 406 } *Connaissance des Temps de l'an XV.*
»	»	Messier	Lun. achr. 10^{pi}. — p. 406 } *Connaissance des Temps de l'an XV.*
1769 avril 29.	»	»	» . — p. 410 } *Connaissance des Temps de l'an XV.*
1769	Pass. de ♀	Bernouilli	*Mém. Acad. Berlin*, année 1767, p. 500.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des pollens sur les mouvements qui précèdent l'ouverture des fleurs chez les Pavots.* Note de M. L. Blaringhem.

Dans une Communication récente [1] j'ai établi une relation entre les phases accélérées ou ralenties de maturation des étamines et la régularité de l'ouverture des fleurs, constatées chez des lignes pures de *Papaver* du groupe *somniferum* et leur hybride partiellement stérile. Le même matériel va me permettre de montrer que les mouvements des pédoncules des Pavots avant l'anthèse sont directement régis par l'activité des pollens renfermés dans ces étamines. J'en déduirai, comme conséquence, l'explication d'une particularité de la floraison des hybrides, constatée aussi chez les Lins, les Primevères et les Benoites, particularité troublante puisqu'elle paraît en contradiction avec une règle générale, à savoir : l'uniformité des hybrides de première génération.

Chez *Papaver setigerum* DC. var. *Bellevue*, chez *P. somniferum* L. var. *Mursellii* Hort, la présence et l'activité des cellules du pollen contribuent nettement à accélérer, sinon à déterminer, les phases très régulières de courbure puis de redressement des pédoncules floraux, phénomènes qui pré-

(1) *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 117.

sentent ici la plus grande homogénéité. Au seul aspect de la courbure des pédoncules, on devine l'état de développement des étamines dans les boutons, état bien différent dans les deux lignées. La castration prématurée retarde de trois jours au moins et souvent davantage la date du redressement du pédoncule, mais il faut, pour provoquer ce retard, chez les premières fleurs qui sont les mieux constituées, enlever au moins les trois quarts des anthères. D'autre part l'apport de pollen sur les stigmates d'une fleur qui a été privée de ses anthères un jour ou deux auparavant active le redressement du pédoncule et provoque, avec un certain retard, la chute des sépales, puis celle des pétales et enfin celle des filets des étamines privés de leurs anthères.

La persistance prolongée des étamines sur les fleurs de l'hybride, castré ou non, rappelle à bien des égards la persistance des filets dépourvus d'anthères des fleurs des parents et tout se passe comme si les anthères, ou leur contenu actif, c'est-à-dire les pollens en voie de maturation, ou les pollens en germination, sécrétaient des substances ayant pour effet prochain la consolidation des tissus des pédoncules floraux et, par voie de conséquence, l'arrêt de croissance et le redressement des dits pédoncules.

Parmi les expériences et observations faites en juin et juillet 1930 sur divers *Papaver*, je relaterai brièvement celles qui me paraissent les plus probantes :

1° Chez *Papaver setigerum* DC. la castration (ablation des anthères en déchirant le moins possible sépales, pétales et laissant les filets en place) peut être effectuée cinq jours avant l'anthèse; mais en ce cas l'ovaire ne grossit plus et la fleur se dessèche. Au jour suivant (III) les pétales et les filets des étamines ont doublé de taille; les anthères d'abord globuleuses prennent une forme plate et allongée dans le sens des filets et leur teinte olivâtre est modifiée par l'apparition, à droite et à gauche, d'une mince ligne blanchâtre, qui est la fente de déhiscence suivant laquelle le soir de (III) et le lendemain matin le pollen mûr sera mis en liberté. Toute lésion faite au bouton avant l'ouverture de la ligne de déhiscence retarde considérablement le redressement de la fleur qui n'a lieu que cinq ou six jours après l'opération c'est-à-dire avec trois ou quatre jours de retard; toute lésion faite à partir du jour (IV) ne retarde le redressement de la fleur que d'un jour ou deux au plus; dans la première opération, l'ablation des anthères retarde les mouvements; dans la seconde, l'ablation des anthères ne change guère l'allure du phénomène. Enfin l'apport sur les stigmates réceptifs dès le jour (III) de pollen de l'espèce *P. setigerum* DC., soit d'un

autre *Papaver* du groupe *somniferum*, détermine rapidement la consolidation et le redressement des pédoncules floraux.

Dans tous les cas, les sépales et les pétales des fleurs lésées persistent longtemps, s'épaississant et s'enroulant de diverses façons avec des réactions colorées très marquées ; l'ablation des anthères inhibe le développement de la couche cellulaire qui détermine la chute normale des sépales, des pétales et des filets des étamines. Ces phénomènes rappellent à bien des égards les altérations de forme et de coloris des pièces florales et des grappes de Crucifères castrées par l'attaque de champignons parasites du groupe des Péronosporées.

Sur ce même *Papaver setigerum* j'ai pu graduer les effets de la castration. Ayant supprimé les trois quarts des anthères, pour des fleurs qui en renferment douze et plus, les phénomènes de redressement des pédoncules se produisent comme si toutes les anthères étaient présentes ; ne laissant que 1, 2 ou même 3 anthères intactes par fleur ayant donné de 15 à 20 étamines, les réactions se rapprochent graduellement de celles des boutons complètement castrés. D'ailleurs, les effets de la castration sur le redressement des pédoncules ne sont nets qu'avec les fleurs terminales ; les durées des phases de courbure et de redressement diminuent pour les boutons des ramifications latérales, dont les tissus se lignifient rapidement.

2° Chez *Papaver somniferum* L. var. *Mursellii* Hort. ou Pavot de Chine à fleurs blanches, l'ouverture des anthères coïncide avec l'ouverture des fleurs [jour VI] et il est possible de suivre les réactions des pédoncules au cours des jours (III), (IV) et (V) après la suppression d'au moins les trois quarts des anthères, la gradation pouvant être réalisée comme pour *P. setigerum*.

Les castrations antérieures au jour (III) entraînent la dessiccation des ovaires sans redressement ; la castration au jour (III) retarde le redressement de la fleur de trois jours et la pollinisation prématurée des ovaires ne produit aucun effet parce que les stigmates ne sont pas réceptifs ; la castration au jour (IV) retarde le redressement du pédoncule d'un jour ou deux au plus ; celle qui a lieu le jour (V) reste sans effet car, en ce jour, le pédoncule atteint sa longueur définitive et prend la direction verticale, le bouton étant oblique à la phase d'éclatement. Ainsi, l'arrêt de croissance du pédoncule et le redressement de la fleur se produisent pour *Papaver Murselli* Hort. et aussi pour la majorité des *Papaver sommiferum* L., avant la maturation des pollens, lente sous le climat de Paris. L'arrêt de croissance, dû au durcissement des tissus verts, paraît être en discordance avec le gonflement qui s'accentue alors dans les pétales et les filets des étamines ;

de là résulte l'éclatement des boutons du *P. Mursellii* toutes les fois qu'ils renferment plus de quinze étamines.

3° L'hybride de première génération entre les deux espèces offre des analogies frappantes avec *Papaver setigerum* DC.; l'appareil végétatif est plus vigoureux, la taille double; les feuilles sont plus larges, plus longues; enfin la pruine blanchâtre caractéristique des Pavots-Œillettes est uniformément répartie sur tous les organes verts. L'homogénéité de croissance, si marquée sur les rosettes et jusqu'à la formation des hampes florales, se maintient pour les couleurs dominantes violet foncé des pétales à macules sombres, violette des filets des étamines, gris de fer des anthères; elle disparaît pour tout ce qui a trait aux mouvements des pédoncules floraux, aux redressements et éclatements des boutons.

Ainsi les parents épanouissent leurs fleurs de bonne heure le matin, presque toujours avant 10h même par période de pluie; l'hybride donne un assez grand nombre de fleurs ouvertes le matin, mais il en donne aussi au cours de la journée et, par l'examen des boutons, aux variations de teinte des sépales, on reconnaît que la poussée d'ouverture y est ralentie. Cette impression devient une certitude si l'on a la patience de suivre le redressement et les changements de courbure des pédoncules, mouvements en rapport direct avec l'état de développement et la nature des anthères qui, pour chaque individu hybride, sont particuliers.

Quinze pour cent des hybrides pourront être rattachés au type staminal *Papaver Mursellii* Hort., et même on y notera la prédominance des anthères grosses, blanc laiteux, à maturation ralentie; la majorité des hybrides, près de 60 pour 100, offrira des anthères de la couleur de celles du *P. setigerum* avec les mêmes phases de maturation ralentie, car il est exceptionnel pour ces hybrides que le pollen soit mis en liberté au jour (V), veille de l'épanouissement; une bonne partie des hybrides, environ le quart, ne peuvent être rapprochés de l'un ou l'autre parent ni au point de vue de la couleur des anthères mûres, ni au point de vue des phénomènes qui précèdent et préparent le redressement et l'ouverture des fleurs.

J'ai réalisé sur l'hybride une série graduée de castrations suivies de réactions qui trahissent de grandes difficultés de consolidation des tissus et de maturation chimique des pédoncules, des sépales, des pétales et des filets des étamines. La pléthore qui en résulte entraîne l'épaississement et l'étalement des pétales et sépales mutilés; elle gagne même les ovaires qui prennent des développements singuliers.

Les anthères de l'hybride intact renferment toutes un fort pourcentage de

grains de pollen avortés; la maturation des tissus des anthères est elle-même entravée puisque les filets se dessèchent sans tomber dans la plupart des cas.

Envisagés à un point de vue général, ces faits confirment bien mon hypothèse, à savoir que les mouvements des pédoncules et les phénomènes qui préparent l'ouverture des fleurs sont conditionnés par la maturation régulière, soit hâtive, soit tardive, ou irrégulière des pollens. Il y a relation de cause à effet et c'est pourquoi l'étude des floraisons des lots de plantes en cultures pures et pédigrées fournissent de précieux documents sur l'avenir des lignées, permettant de distinguer les formes épurées et les métis.

On peut pour le Pavot préciser cette relation. Toute l'organisation végétative, rosettes, feuilles et même coloris des pièces florales et sécrétions des épidermes sont uniformes chez les hybrides de première génération entre types purs. Varient seulement, et dans des conditions considérables, les mouvements et les phases préparatoires à l'ouverture des fleurs; puisqu'ils traduisent des réactions des tissus à la qualité des pollens, ces caractères bien spécifiques quoique physiologiques sont en réalité des réactions de seconde génération, car les pollens formés sur les plantes de première génération sont des constituants chimiques de la seconde génération; ce sont même des constituants épurés.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Accroissement de la résistance à la maladie par l'altitude*. Note (¹) de M. **J. Costantin**.

Une preuve expérimentale très nette de l'influence de l'altitude sur la résistance à la maladie a été autrefois donnée à l'occasion de l'*Hemileia*. Bien que remontant à quelques années (1921), le travail qui la relate n'a pas eu le retentissement qu'il mérite. A cause de la question de la dégénérescence de la Pomme, qui est si grave, ce problème est tout à fait d'actualité.

En étudiant les plantations de Caféier du Kenya, en Afrique anglaise, M. W. J. Dawson a remarqué qu'au-dessous de 1200^{m} d'altitude l'*Hemileia vastatrix* est plus puissant que son hôte; la maladie est si forte que les traitements cupriques sont sans objet. De 1500^{m} à 2100^{m}, le parasite existe partout au retour de la végétation; mais l'arbre croissant plus lentement est plus rustique, très peu de feuilles tombent et les attaques sont plus faibles; le Caféier prend le dessus. A ces altitudes, avec un fongicide dilué, formé de sulfate de cuivre et de carbure de calcium, le champignon disparaît complètement. Entre 1200^{m} et 1500^{m} la rusticité n'est pas si forte, la résistance pas si

(¹) Séance du 21 juillet 1930.

grande pour vaincre le mal, il faut pulvériser des *doses doublées* de fongicide et de manière répétée.

D'après ce qui précède, *il n'est pas nécessaire qu'une maladie d'une plante cultivée disparaisse pour que l'altitude manifeste son effet*, il suffit que la *résistance du végétal qui lutte soit accrue* et un bon critérium pour vérifier l'existence de ce résultat, c'est l'évaluation de la récolte.

Ceci trouve une application dans le cas de la dégénérescence de la Pomme de terre.

Depuis la fin du XVIIIe siècle, on sait qu'on peut combattre la dégénérescence de cette plante en se procurant des *tubercules récoltés en montagne* ou venant de *milieux froids*. [C'est Anderson qui a fait cette constatation le premier (en 1788), puis Chancey en France (en 1794), puis Pryce en Angleterre (en 1796). Depuis, ceci a été souvent confirmé, notamment par Sutton en Angleterre (en 1906), par Macoun au Canada (en 1918), par Martinet en Suisse plus récemment. En 1925, Charles Vallot dans son « guide du massif du Mont Blanc » dit que la Pomme de terre récoltée à de hautes altitudes, même au-dessus de 1500m, est recherchée comme semence dans la plaine.]

Ces faits étant bien connus, comment se fait-il que l'application du climat alpin à la Pomme de terre ait rencontré si peu de partisans? Cela paraît inexplicable étant données les certitudes que l'on a maintenant sur l'efficacité du traitement montagnard de la Canne à sucre par les boutures élevées dans des pépinières de hauteurs, et cela contre des maladies de la dégénérescence (¹). Il n'y a pas de doute sur ce dernier point puisque la technique s'applique à la mosaïque de la Canne à sucre (maladie reconnue de tous comme de dégénérescence), mais au séreh (types normaux) et au séreh à nécrose libérienne (type IV) [Fellinga (1915), Van Harreveld (1917, 1918, 1921 et 1922), Jeswiet (1928)].

L'attitude hostile manifestée par tant d'agronomes sérieux peut se comprendre jusqu'à un certain point, par le fait qu'on a trouvé de l'enroulement et peut-être de la mosaïque dans des stations élevées. De là à conclure que l'altitude n'agit pas, il n'y avait qu'un pas ; il a été franchi.

On oubliait que depuis longtemps on a trouvé du séreh en montagne, ainsi que de la nécrose libérienne et de la mosaïque sur la Canne à sucre. Cette constatation, loin de décourager les agronomes et les planteurs de Java, les a incités à monter plus haut pour combattre les fléaux. Ils y sont parvenus; quarante années de pratique agricole en grand le prouvent, et cela, malgré l'*Aphis Maidis* qui transporte le virus de la mosaïque de la Canne.

(¹) J. Costantin, *Ann. sc. nat. Bot.*, 10e série, 9, 1927, p. 299 à 367; *Rev. de Bot. appliquée et d'Agron. col.*, 9, II, 1929, p. 229, 240.

Il ne faut donc pas s'effrayer de la présence accidentelle de l'enroulement en montagne, pas plus que de l'existence de l'*Hemileia* à 2000^m d'altitude au Kenya.

Ce qui importe, c'est de savoir si l'altitude augmente la résistance contre l'enroulement. Cela commence à apparaître par des études faites au Canada, en Écosse, en Tasmanie [Newton (R. G.); Oldaker (L. E. W.) et Dowson (W. J.) etc.]; cela découle aussi, selon moi, d'expériences faites dans les monts de Moravie en Tchécoslovaquie et également d'essais dans l'Atlas exécutés en Algérie pour y remédier à la dégénérescence qui est de règle au bout d'un an de culture.

ZOOLOGIE. — *Sur la reproduction d'un Crustacé Phyllopode du groupe des Conchostracés* (Cyzicus cycladoïdes, *Joly*). Note [1] de MM. **Ch. Gravier** et **P. Mathias**.

A l'aide de terre, provenant du sol de mares desséchées de la région de Djelfa, que M. H. Gauthier nous a gracieusement envoyée, nous avons pu, au cours de ces trois dernières années, faire des élevages de divers Branchiopodes (*Triops*, *Cyzicus*, *Branchipus*) et étudier la biologie de ces animaux, en particulier du *Cyzicus* (*Estheria*) *cycladoïdes* (Joly).

Ce phyllopode, dont le corps est enfermé dans une carapace chitineuse à deux valves, donne comme les *Apus*, *Branchipus*, *Daphnia*, etc. des œufs durables qui peuvent conserver leur vitalité pendant plusieurs années. Nous nous sommes attachés spécialement à l'étude de l'accouplement chez cette espèce. On ne sait, à l'heure actuelle, presque rien sur l'accouplement chez les Phyllopodes Conchostracés, sauf les vagues renseignements donnés en quelques lignes par F. Brauer (1872) au sujet de *Leptestheria* (*Estheria*) *dahalacensis* (Rüpp.). Grâce à nos élevages, nous avons pu, il y a deux ans et cette année même, suivre attentivement le processus du contact sexuel de *Cyzicus Cycladoïdes* (Joly). Parmi les quelques individus obtenus dans nos cultures, les mâles se sont toujours montrés plus nombreux que les femelles. Le rapprochement des sexes n'a lieu qu'à certains moments qui correspondent à un état de maturité difficilement reconnaissable. En dehors de ces instants, les mâles et les femelles restent indifférents les uns aux autres et nagent en tous sens dans l'eau ambiante, la région dorsale tournée, en général, vers le haut.

---

(1) Séance du 21 juillet 1930.

Avant l'accouplement, les individus des deux sexes se déplacent activement, puis on voit la femelle se placer sur le fond du récipient, rentrer dans sa coquille et se coucher sur le flanc. Elle semble immobile; mais en regardant attentivement, on constate que ses pattes respiratoires battent lentement et régulièrement. Le mâle s'agite autour de la femelle et vient se placer sur la région moyenne de celle-ci; le plan de symétrie du mâle est perpendiculaire à celui de la femelle comme le montre le schéma ci-dessous. A l'aide de sa première paire d'appendices, le mâle saisit la carapace bivalve de la femelle dans le sens de la longueur et la maintient fortement contre lui, les deux animaux restant dans la position indiquée ci-dessus; les pattes respiratoires du mâle battent énergiquement. Le mâle emporte ainsi la femelle avec lui et nage quelques instants, puis il la pose sur le fond du récipient et cherche à introduire l'extrémité postérieure de son corps entre



Schéma de l'accouplement chez *Cyzicus cycladoïdes* (Joly), ♂, mâle; ♀, femelle. Grossi, environ, 7 fois.

les deux valves bâillantes de la carapace de la femelle. On constate qu'au moment où le mâle recourbe son abdomen, la femelle recourbe également le sien en dedans, de façon à permettre le rapprochement des orifices mâles et femelles qui débouchent, dans les deux sexes, au niveau de la onzième paire de pattes. Le rapprochement des orifices sexuels se produit à plusieurs reprises et au cours de l'une de nos observations, nous avons pu en

compter jusqu'à six dans l'espace de quelques minutes. Puis, le mâle reprend sa nage active, emportant toujours la femelle comme précédemment et enfin la dépose sur le fond du récipient et continue ses déplacements, sans plus s'occuper d'elle. Nous avons constaté que le rapprochement des sexes pouvait s'opérer, même lorsque la mue qui précède toujours l'accouplement chez la femelle n'était pas complètement terminée; mais il n'a jamais lieu au début de la mue soit du mâle, soit de la femelle. La femelle, qui a été fécondée, reste quelques instants immobile sur le fond du récipient puis se remet à nager, indifférente au mâle. On peut alors voir que la ponte s'est effectuée. Les œufs disposés côte à côte sont suspendus, sous la coquille, à la face dorsale de la femelle et de part et d'autre du plan médian du corps. Cette ponte, vue par transparence à travers la coque, a l'apparence d'un H de couleur jaune doré. La ponte tout entière est rejetée sur le fond du récipient avec la mue qui suit le rapprochement des sexes. Chez une même femelle, nous avons pu observer trois fois le phénomène de l'accouplement et la ponte; l'animal est mort pendant la mue qui a suivi la troisième ponte.

Il faut remarquer la position très particulière du mâle et de la femelle du *Cyzicus cycladoïdes* (Joly) qui se placent en croix, de telle sorte que leurs plans de symétrie respectifs sont sensiblement perpendiculaires l'un à l'autre.

Cette position des individus sexués lors de l'accouplement, n'a été que très exceptionnellement observée chez les animaux. Elle a été signalée chez un Trématode (*Diplozoon paradoxum* Nordm.) et chez un Phyllopode de l'ordre des Notostracés. Au sujet de ce dernier, on ne possède que les observations très incomplètes de A. Kozubowski (1857) et de Brauer (1872) relatives au *Triops cancriformis* L., observations auxquelles on n'a, du reste, pas ajouté foi. Il y a quelque analogie quant aux positions respectives des deux animaux en contact, mais non similitude complète. Les figures données par F. Brauer (1872) se rapportent à des individus nageant, alors que chez *Cyzicus cycladoïdes* (Joly), la femelle reste parfaitement immobile pendant toute l'opération.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Synthèse du méthane à partir de l'oxyde de carbone et de la vapeur d'eau.* Note de MM. **Paul Pascal** et **Erling Botolfsen.**

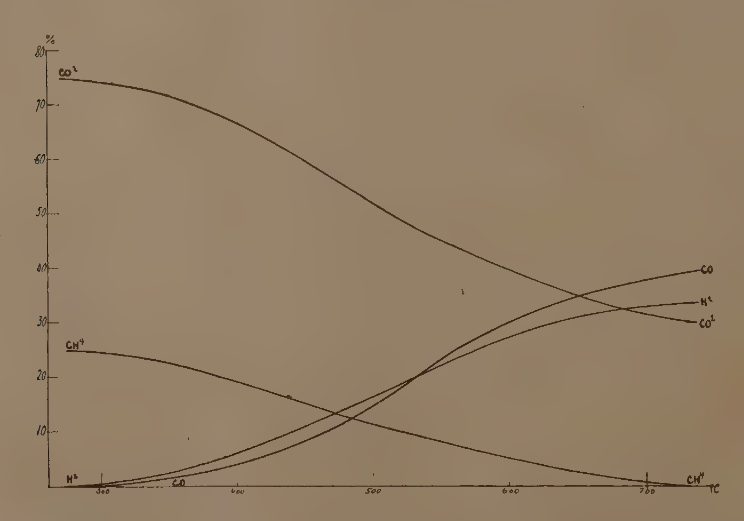
Au cours de recherches sur l'oxydation de l'oxyde de carbone par la vapeur d'eau, nous avons été amenés à examiner l'effet d'un catalyseur à base de nickel, préparé en précipitant l'azotate à l'aide du carbonate de magnésium.

Quand on fait passer sur le carbonate de nickel un mélange d'oxyde de carbone et de vapeur d'eau en excès, après l'y avoir chauffé vers 700°, pour « former » la masse de contact, on observe en général la superposition de deux réactions limites.

L'une d'elles fournit quantitativement le méthane :

$$4CO + 2H^2O \rightarrow 3CO^2 + CH^4 + 81 \text{ calories.}$$

Elle débute vers 250° et donne encore le rendement théorique à 275°, mais,



quand la température s'élève, elle s'efface progressivement devant la seconde réaction, bien connue :

$$CO + H^2O \rightarrow CO^2 + H^2.$$

Le rendement de cette dernière, déjà appréciable à 300°, finit par effacer complètement la production de méthane dès 750°.

Pour des températures intermédiaires, on obtient donc des mélanges gazeux complexes. La teneur en oxyde de carbone et en hydrogène y croît avec la température, tandis que les pourcentages de l'acide carbonique et du méthane diminuent.

La figure jointe donne la composition des gaz en volumes, après condensation de la vapeur d'eau, pour une durée de contact d'environ une seconde.

On voit que notre catalyseur permet aux basses températures la transformation quantitative du quart de l'oxyde de carbone en méthane, tandis qu'aux températures plus élevées il tend, avec un moindre succès, à fournir de l'hydrogène.

Nous donnerons ailleurs le détail de nos recherches, mais il nous paraît utile d'attirer dès maintenant l'attention sur cette synthèse inattendue du méthane.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Variation diurne du champ électrique de l'air à l'Observatoire de la côte de Landais.* Note de MM. **E. Mathias** et **G. Grenet.**

1. La station de la plaine de l'Observatoire de Physique du Globe du puy de Dôme est située à 3^{km} de Clermont-Ferrand, sur la route d'Issoire, à l'altitude de 403^{m}. Le champ électrique y est mesuré au moyen d'une prise de potentiel au radium fixée au milieu d'un fil d'acier tendu horizontalement entre deux cabanes distantes de 20^{m}, à $1^{m},90$ au-dessus du sol gazonné.

Des électromètres de Benndorf ont enregistré le champ, de février 1927 à juillet 1929; l'enregistrement a été repris en avril 1930.

Le dépouillement des courbes n'a été effectué avec certitude que pour 4017 valeurs horaires (printemps de 1927, étés de 1927-28-29 et avril, mai, juin 1930).

Vu le petit nombre d'observations sûres, on ne peut appliquer la méthode préconisée par M. Maurain [1], consistant à n'utiliser que les valeurs positives des seules journées à la fois météorologiquement belles et électriquement régulières.

Nous nous sommes bornés, pour cette fois, à ne prendre que les valeurs positives du champ, en éliminant les valeurs supérieures au double des valeurs régulières; on supprime ainsi seulement 3 pour 100 des valeurs

---

[1] Ch. Maurain, *Ann. Inst. Phys. du Globe de Paris*, 7, 1929, p. 121.

positives, les valeurs restantes, présentant dans leurs moyennes une marche beaucoup plus régulière, étant appelées *valeurs normales*.

Le tableau suivant montre, exprimées en volts par mètre, les valeurs normales moyennes du champ électrique à la côte de Landais pour chacune des 24 heures de la journée; la première ligne se rapporte au printemps de 1927, la deuxième à l'été des années 1927-28-29, la troisième à l'ensemble des années 1927-28-29-30.

Heures.	Printemps (1927).	Été (1927-28-29).	Moy. génér. (1927-28-29-30).
1	39,1	32,1	36,6
2	40,6	27,3	35,8
3	37,2	29,4	33,3
4	39,4	28,5	35,1
5	49,1	31,0	44,0
6	54,4	38,3	55,5
7	75,5	57,5	66,5
8	76,6	55,0	70,4
9	81,5	52,1	70,0
10	80,0	51,3	68,1
11	74,5	39,8	61,9
12	69,1	41,0	64,4
13	72,0	37,2	65,5
14	69,5	40,4	61,1
15	62,3	49,8	58,6
16	72,3	67,9	65,3
17	74,1	82,1	72,5
18	80,4	90,7	75,5
19	83,8	96,2	74,3
20	74,1	53,9	67,5
21	69,1	43,7	61,4
22	55,9	39,8	50,8
23	50,3	65,2	48,4
24	43,4	49,6	43,1
Moyenne	63,6	50,1	57,7

Ces nombres montrent que, à la côte de Landais comme au sommet du puy de Dôme, comme au Val-Joyeux, la variation diurne du champ électrique comprend deux maxima et deux minima d'inégale importance [1] sur laquelle il convient d'insister.

---

[1] Nous n'accordons, pour le moment, aucune importance à un troisième couple de maximum et de minimum qui se suivent respectivement à 22^h et à 23^h, lesquels ne se produisent que sur une des trois variations envisagées au paragraphe 1, et résultent probablement du trop petit nombre des valeurs sur lesquelles porte la variation qui les donne.

Les observations du sommet du puy de Dôme [1] montrent une variation diurne d'amplitude faible (rapport du maximum au minimum = 1,6) et un minimum de l'après-midi presque inexistant. Au contraire, les résultats ci-dessus sont *caractéristiques d'une station continentale;* l'amplitude de la variation diurne est importante (rapport du maximum au minimum = 3 pour l'été, = 2,1 pour le printemps), le minimum de l'après-midi et le maximum de la soirée sont très accusés.

Si l'on compare la variation diurne des valeurs positives du champ électrique de la côte de Landais à celle du Val-Joyeux *donnée par les journées les plus régulières au point de vue électrique* (*Maurain*), laquelle présente nettement deux maxima et deux minima, on peut remarquer que la variation diurne de la côte de Landais, résultant de toutes les valeurs normales du printemps et de l'été de 1927-28-29-30, ressemble étrangement aux courbes du Val-Joyeux relatives à l'hiver et à l'automne, dans lesquelles le second maximum, voisin de 19^h, est nettement plus important que le premier, voisin de 9^h. Au sommet du puy de Dôme, au contraire, le premier maximum est un peu plus important que le second, comme cela se passe au Val-Joyeux, dans les courbes du printemps et de l'été.

2. Si l'on recherche la loi de variation diurne du champ électrique déduite de *toutes* les valeurs horaires positives ou négatives, on observe une accentuation très nette du minimum de l'après-midi; l'*influence des valeurs négatives du champ pendant l'après-midi est si accusée en été que ce minimum devient négatif et inférieur à celui de 3^h du matin;* de plus, la valeur moyenne du champ est alors sensiblement nulle. Ce phénomène correspond à une accumulation importante de charges négatives dans les couches basses de l'atmosphère, puisque ce phénomène n'a pas été observé aux hautes altitudes, en particulier au sommet du puy de Dôme.

Par suite des lacunes de dépouillement ou de l'enregistrement, on ne peut pas préciser aujourd'hui comment s'introduisent les champs négatifs; on peut seulement dire que les inversions du champ se produisent principalement pendant les journées chaudes.

Malgré la fréquence plus grande des champs négatifs, la variation diurne du champ négatif présente la même allure générale en été qu'au printemps, cette variation étant analogue à celle du Val-Joyeux pour l'ensemble de l'année, le seul caractère bien net étant le maximum observé à la fin de l'après-midi.

---

(1) E. Mathias et Ch. Jacquet, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 14.

Nous avons relevé, en été, 255 valeurs horaires négatives sur 809, soit 31,7 pour 100. Pour l'ensemble des enregistrements dépouillés, il y a 610 valeurs négatives sur 4017, soit 15,2 pour 100.

3. Les valeurs du champ, à la côte de Landais, indiquées dans le paragraphe 1, devront être majorées pour tenir compte de l'influence du pylône porteur de l'anémomètre et de l'antenne de T. S. F.; le coefficient de majoration ne nous semble pas devoir dépasser 1,2.

A cause du trop petit nombre des résultats relatifs à l'été, les valeurs du champ indiquées pour cette saison constituent seulement une première approximation.

NOMINATIONS.

MM. **L. Joubin, Ch. Gravier** et **M. Caullery** sont désignés pour représenter l'Académie au *Congrès international de Zoologie*, qui se tiendra à Padoue du 4 au 11 septembre.

MM. **P. Marchal, G. Ferrié, E. Fichot** et **Ch. Maurain** sont désignés pour remplir les places vacantes à la *Commission de l'Institut scientifique chérifien*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Gouverneur des Établissements français de l'Océanie** adresse des remercîments pour la subvention accordée sur la *Fondation Loutreuil* en 1929.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Central Aero-hydrodynamical Institute. *On the general Theory of a Monoplane Wing. A Theory of slotted Aeroplane Wing*, by S. A. Tchapliguine.

2° Institut agricole de Toulouse. Georges P. Georgalas. *Les insectes*

nuisibles du coton en Amérique et en Égypte. (Présenté par M. L. Blaringhem.)

3° *Annales de Protistologie*. Directeur : G. DEFLANDRE. Tome I (1928); Tome II (1929-1930); Tome III (1930), fasc. 1. (Présenté par M. L. Mangin.)

4° *Annales de Cryptogamie exotique*, publiées et dirigées par ROGER HEIM. Tome I (1928); Tome II (1929); Tome III (1930), fasc. 1. (Présenté par M. L. Mangin.)

5° Chimie et Industrie. *La Belgique scientifique, industrielle et coloniale*. (Présenté par M. A. Desgrez.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur la géométrie des cycles liés.*
Note de M. **PAUL DELENS**.

1. Nous avons, dans une Note précédente [1], défini les cycles *liés*, éléments d'une variété V de l'espace linéaire E_{25} constitués par les tenseurs du second ordre de l'espace pentasphérique E_5. Soit $\mathfrak{X} = xx'$ un tel cycle, de foyers x et x', $X_{ij} = \xi_i \xi'_j$ $(i, j = 1, 2, \ldots, 5)$ ses coordonnées homogènes; celles-ci satisfont aux relations

$$(1) \qquad \Delta_{ih,jk} \equiv X_{ij}X_{hk} - X_{ik}X_{hj} = 0, \qquad \sum_i X_{ij}X_{ip} = 0, \qquad \sum_j X_{ij}X_{qj} = 0;$$

les équations $\Delta_{ih,jk} = 0$, traduisant que le tenseur est de rang un, se réduisent à 16 indépendantes (pour i, j fixes) et il reste bien $25 - 18 = 7$ coordonnées homogènes, ou 6 paramètres.

La variété V, à 6 dimensions, semble d'ordre 240; en imposant en effet au cycle $\mathfrak{X}$ six conditions linéaires arbitraires

$$x\mathcal{H}_\alpha x' = 0 \quad (\alpha = 1, 2, \ldots, 6) \qquad \text{ou} \qquad s_\alpha \,|\, x' = 0 \quad \text{avec} \qquad x\mathcal{H}_\alpha = s_\alpha,$$

on aura à exprimer

$$\| s_1 s_2 s_3 s_4 s_5 s_6 \| = 0, \qquad x^2 = 0, \qquad x'^2 \equiv [s_1 s_2 s_3 s_4]^2_* = 0,$$

conditions dont les ordres sont respectivement 15, 2, 8, et $15 \times 2 \times 8 = 240$. Il est avantageux, pour l'étude des variétés de cycles, de rapporter un foyer x à un repère pentasphérique formé de quatre points m, p, n, q aux sommets d'un quadrilatère isotrope et de la sphère r qui les porte

$$x = \varpi^2 p + \varpi\mu m + \varpi\nu n + (\mu\nu + \rho^2) q + \varpi\rho r;$$

---

[1] *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1043.

le foyer x' étant rapporté à un repère analogue, les coordonnées de $\mathfrak{X}$ s'expriment rationnellement en fonction de six paramètres.

La variété V porte des variétés linéaires d'ordres inférieurs. Nous indiquons comme suit par un schéma le nombre des cycles de définition de telles variétés, et l'ensemble des cycles déterminés linéairement, pour le cas général.

$$19 \to 240, \quad 19 + \omega \to \infty^{\omega}, \quad \omega = 1, 2, 3, 4, 5, 6;$$

pour la variété *disphère* des cycles dont les foyers de chaque espèce appartiennent à une sphère (les deux sphères distinctes ou non, propres ou non) :

$$12 \to 48, \quad 12 + \omega \to \infty^{\omega} \quad (\omega = 1, 2, 3, 4);$$

pour la variété *dicercle* (foyers sur deux cercles propres) :

$$7 \to 8, \quad 7 + \omega \to \infty^{\omega}, \quad \omega = 1, 2 \quad (\omega = 1, \text{ correspondance } 2\text{-}2).$$

J'ai déjà signalé le cas des congruences paratactiques (et de contact). Dans tous ces cas, on peut encore abaisser le nombre des cycles de définition de groupements particuliers, ainsi les chaînes générales de cycles réels de l'espace, de disphère, de dicercle, répondent respectivement aux schémas :

$$14 \to \infty^3, \quad 9 \to \infty^2, \quad 5 \to \infty^1,$$

2. Les cycles liés sont adaptés à l'étude de la parataxie; deux cycles $\mathfrak{X}$ et $\mathfrak{Y}$ sont paratactiques si leurs coordonnées satisfont aux relations *bilinéaires*

$$(2) \qquad \sum_i X_{ij} Y_{ip} = 0, \qquad \sum_j X_{ij} Y_{qj} = 0.$$

Les transformations conservant les cycles et la parataxie, donc les relations (1) et (2) sont représentées par des tenseurs d'ordre 2 dans E_{25}, 4 dans E_5, faciles à caractériser. Elles sont composées de : *a*, la transposition (changement d'orientation); *b*, des couples d'opérations *effectuées séparément sur les foyers*, ponctuelles et conservant les droites isotropes, donc les cercles et les sphères, bref des couples d'opérations sphériques; pour les cycles réels, ces opérations sont nécessairement conjuguées complexes [1].

3. La marche suivie pour définir les cycles liés conduit à définir dans E_{25} une variété de torseurs liés, en correspondance biunivoque avec

---

[1] Pour la géométrie cyclique réelle, voir l'exposé récent de M. P. Robert, *Journ. de Math.*, 9, II, 1930, p. 201-206.

l'espace E_{10} (de E_{25}) des torseurs ordinaires qui sont leurs parties alternées. Pour les parataxes liés, représentant les congruences paratactiques orientées, les calculs se présentent absolument comme pour les cycles. Ces parataxes forment une nouvelle variété W à six dimensions, lieu des *milieux* des cordes de V joignant les points images de deux cycles axiaux, l'hyperplan de l'infini étant formé des tenseurs à invariant linéaire nul.

Soient $\mathcal{F} = ff'$, $\mathcal{G} = gg'$ (avec $f|f' = g|g' = 1$) deux cycles axiaux, $\mathcal{I} = [fg]$, $\mathcal{I}' = [g'f']$, $\mathcal{J} = [fg']$, $\mathcal{J}' = [gf']$ les droites isotropes qu'ils déterminent; les parataxes (liés) ainsi définis sont

$$\mathcal{P} = \mathcal{F} + \mathcal{G} = \mathcal{I}\mathcal{I}', \qquad \mathcal{N} = \mathcal{F} + \tilde{\mathcal{G}} = \mathcal{J}\mathcal{J}',$$

et inversement ($\tilde{\mathcal{G}}$, $\tilde{\mathcal{N}}$ transposés de $\mathcal{G}$, $\mathcal{N}$)

$$\mathcal{F} = \mathcal{P}\mathcal{N} = \mathcal{N}\mathcal{P}, \qquad \mathcal{G} = \mathcal{P}\tilde{\mathcal{N}} = \tilde{\mathcal{N}}\mathcal{P}.$$

La *trace* du parataxe $\mathcal{P}$ sur une sphère s est le cycle

$$s\mathcal{I} . s\mathcal{I}' = \mathcal{P}s . s\mathcal{P} \quad (s\mathcal{P}s)\mathcal{P}.$$

Ces exemples suffisent à montrer la simplicité des calculs dans cette nouvelle géométrie des cycles.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Formules limitées de médiation.* Note [1] de M. **Jean-Pierre Robert.**

La présente Note donne une méthode de calcul qui conduit à des formules admettant, comme cas particulier, celle que M. M. Nicolesco a obtenue dans sa Thèse (Paris, 1928, p. 72). Ces formules se présentent sous forme de développements limités et sont acquises pour toute fonction douée de laplaciens itérés jusqu'à un certain ordre.

I. Dans l'espace euclidien E_p à p dimensions, désignons par M_0 un point fixe, par (S) l'hypersphère de centre M_0 et de rayon ρ de surface $\mathcal{S} = S_p \rho^{p-1}$, m un point quelconque de (S), Ω le domaine intérieur à (S), P un point de $\Omega (M_0 P = r < \rho)$. Nous définirons les fonctions $G_1(r)$, $G_2(r)$, ..., $G_n(r) = G_n(P)$, ... par $G_1(r) = r^{2-p} - \rho^{2-p}$ (si $p = 2$, nous prendrons

---

(1) Séance du 30 juin 1930.

$\log \rho - \log r$), et pour $n \geq 2$:

$$\frac{d^2 G_n}{dr^2} + \frac{p-1}{r} \frac{dG_n}{dr} = G_{n-1}(r),$$

avec la double condition que, pour $n \geq 2$, $G_n(P)$ s'annule sur (S) ainsi que sa dérivée normale.

Voici des propriétés des G_n utiles pour la suite :

a. Pour $PM_0 \neq 0$, on a

$$\Delta_P G_n(P) = G_{n-1}(P) \qquad \text{et} \qquad \Delta_P^{(n)} G_n(P) = 0.$$

b. Les fonctions $G_n(r)$ n'ont de singularité que pour $r = 0$ et l'on a

$$G_n(r) = K_n r^{2-p} + \varphi_n(r)$$

(si $p = 2$, on remplacera r^{2-p} par $-\log r$), où K_n est défini par

$$K_n p(p+2)(p+4)\ldots(p+2n-4)\,2, 4, 6, \ldots, (2n-2) = \rho^{2n-2},$$

la fonction $\varphi_n(r)$ étant telle que $r^{p-2}\varphi_n(r)$ tende vers zéro avec r.

c. $G_n(r)$ décroît de $+\infty$ à 0 quand r croît de 0 à ρ.

d. Soit I_n l'intégrale de I_n dans Ω. On trouve aisément $I_n = (p-2)S_p K_{n-1}$ (si $p = 2$, on remplacera $(p-2)S_p$ par 2π).

II. Soient un domaine $\mathcal{D}$ de E_p, $u(P)$ une fonction réelle et uniforme dans $\mathcal{D}$ à laplacien continu, (S) l'hypersphère de centre M_0 et de rayon ρ intérieure à $\mathcal{D}$. La formule de Green appliquée aux deux fonctions $G_1(P)$ et $u(P)$ pour le domaine entre (S) et une sphère concentrique évanescente donne

$$(1) \qquad \frac{1}{S}\int_{(S)} u(m)\, d\sigma_m = u(M_0) + \frac{1}{(p-2)S_p}\int_\Omega G_1(P)\,\Delta u_P\, d\omega_P.$$

Supposons à $u(P)$ un laplacien itéré d'ordre $n+1$ continu dans $\mathcal{D}$. La formule de Green, appliquée au même domaine que ci-dessus aux deux fonctions $\Delta^{(q)} u(P)$ et G_{q+1} $(q \leq n)$, donne

$$\int_\Omega [G_{q+1}(P)\,\Delta^{q+1} u(P) - G_q(P)\,\Delta^q u(P)]\, d\omega_P = -I_q \Delta^q u_0.$$

Si nous ajoutons les égalités obtenues pour $q = 1, 2, 3, \ldots, n$, nous aurons d'après (1) :

$$(2) \qquad \frac{1}{S}\int_{(S)} u(m)\, d\sigma_m = u_0 + B_1^p \rho^2 \Delta u_0 + \ldots + B_n^p \rho^{2n} \Delta^{(n)} u_0$$
$$+ \frac{1}{(p-2)S_p}\int_\Omega G_{n+1}(P)\,\Delta^{(n+1)} u(P)\, d\omega_P.$$

où

$$1 = B_n^p\, p(p+2)(p+4)\ldots(p+2n-2).2.4.6\ldots 2n.$$

La fonction $G_{n+1}(P)$ étant positive dans Ω, on peut appliquer la formule de la moyenne à l'intégrale du deuxième membre de (2). Le dernier terme au deuxième membre de (2) peut alors être remplacé par $B_{n+1}^p \rho^{2n+2} \Delta^{(n+1)} u(Q)$, Q étant un certain point de Ω. La formule (2) est de médiation superficielle. On en déduit une formule de médiation spatiale; si $\mathcal{V}$ est le volume du domaine Ω $[p\mathcal{V} = S_p \rho^p]$, on a

$$(3) \qquad \frac{1}{\mathcal{V}} \int_\Omega u(P)\, d\omega_P = u_0 + \frac{p}{p+2} B_1^p \rho^2 \Delta u_0 + \ldots + \frac{p}{p+2n} B_n^p \rho^{2n} \Delta^{(n)} u_0 + \frac{p}{p+2n+2} B_{n+1}^p \rho^{2n+2} \Delta^{(n+1)} u(R),$$

R étant un certain point intérieur à Ω.

III. *Applications :*

a. Si $u(P)$ est n-harmonique dans $\mathcal{D}$, les formules (2) et (3) généralisent les formules classiques de Gauss.

b. Soient $\vec{L}$ une direction issue de M_0, Σ la sphère de centre M_0 et de rayon 1; $\vec{L}$ perce Σ en M; à ce point M, on associera les fonctions $\left(\frac{d^q u}{dL^q}\right)_0$, dérivées calculées en M_0 suivant $\vec{L}$.

Nous avons alors les diverses formes des laplaciens successifs :

$$\Delta^{(n)} u_0 = \frac{1}{(2n)!\, B_n^p . S_p} \int_\Sigma \left(\frac{d^{2n} u}{dL^{2n}}\right)_0 d\sigma_M.$$

c. Si $u(P)$ est analytique, (2) et (3) sont alors des développements illimités analogues à celui mentionné au début de cette Note.

ÉLECTRICITÉ. — *Résistance de rayonnement d'une petite antenne oscillant en demi-onde*. Note (1) de M. S. **Sonoda**, transmise par M. G. Ferrié.

En vue de connaître le rayonnement d'une petite antenne oscillant en demi-onde, nous avons déterminé, par le tracé de la courbe de résonance, l'amortissement de ses oscillations. Pour éviter autant que possible les per-

(1) Séance du 21 juillet 1930.

turbations produites par les murs du laboratoire, nous avons fait cette étude pour les ondes entretenues très courtes d'un oscillateur de Pierret [1]. La longueur d'onde était seulement $17^{cm},8$; elle a été déterminée par la mesure de l'internœud sur une ligne couplée de l'oscillateur.

Au milieu de l'antenne est intercalée une soudure thermo-électrique constituée par deux fils croisés de fer et de constantan, de longueur $0^{cm},5$ et de diamètre $0^{cm},005$. Deux des branches de la croix sont reliés aux deux moitiés de l'antenne, les deux autres, par des fils tordus ensemble, aux deux bornes d'un galvanomètre; les déviations de ce dernier mesurent le carré de l'intensité efficace au milieu de l'antenne. Les fils de jonction au galvanomètre étant attachés à l'antenne en un point dont le potentiel reste invariable, des ondes ne sont pas dérivées le long de ces fils et les oscillations de l'antenne ne sont pas troublées par eux.

L'antenne est disposée verticalement à 20^{cm} de l'oscillateur. Celui-ci, fonctionnant à amplitude et à fréquence constantes, nous avons, pour le tracé de la courbe de résonance, modifié la longueur de l'antenne. A deux des branches de la soudure thermo-électrique sont soudés de petits morceaux de tubes de laiton de $0^{cm},3$ de diamètre extérieur et de $1^{cm},1$ de longueur dans lesquels on entre, à frottement dur, des tiges de cuivre de diamètre $0^{cm},19$.

Nous déterminons la déviation du galvanomètre pour différentes longueurs de ces tiges.

Pour des ondes aussi courtes, on ne peut admettre que la longueur d'onde propre de l'antenne est le double de sa longueur. En effet la déviation du galvanomètre est maximum et l'antenne est en résonance lorsque sa longueur L est inférieure de $1^{cm},8$ à la demi-longueur d'onde $8^{cm},9$. ΔL étant cet écart, nous avons admis que la différence relative $\frac{\Delta L}{L}$ était, pour de petits écarts à la résonance, inversement proportionnelle à la longueur d'onde propre de l'antenne. Nous avons ainsi déduit cette longueur d'onde de la longueur de l'antenne.

En portant ces longueurs d'onde en abscisses et en ordonnées les déviations du galvanomètre, nous avons tracé la courbe de résonance; λ_0 étant la longueur d'onde de l'oscillateur; λ_1 et λ_2 celles de l'antenne pour lesquelles la déviation du galvanomètre est la moitié de celle qui correspond à la résonance, c la vitesse de propagation, l'amortissement α des oscillations

---

(1) E. Pierret, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1601.

de l'antenne est

$$\alpha = \frac{1}{2} c\pi\lambda_0 \left(\frac{1}{\lambda_1^2} - \frac{1}{\lambda_2^2}\right).$$

Nous avons trouvé $\lambda_0 = 17^{cm},8$, $\lambda_1 = 15^{cm},81$, $\lambda_2 = 19^{cm},88$. Cinq séries d'expériences nous ont donné des valeurs de ces longueurs qui différaient de moins de $0^{cm},3$, les écarts étant d'ailleurs de même sens pour λ_0, λ_1 et λ_2.

La valeur trouvée pour l'amortissement est $\alpha = 0,123.10^{10}$.

Elle correspond à un décrément logarithmique $\delta = 0,729$.

L'amplitude d'une oscillation libre est à peu près moitié de l'amplitude de l'oscillation précédente.

Ce résultat obtenu, nous avons cherché à en déduire la résistance totale de l'antenne.

Les équations de propagation le long des fils d'oscillations sinusoïdales donnent

$$\alpha = \frac{r}{2l},$$

où r et l sont les résistance et self-induction par unité de longueur. Nous avons calculé par la formule de Neumann et pour un courant superficiel la self-induction totale de l'antenne en résonance en tenant compte du fait qu'elle est constituée par des parties de diamètres variés.

Nous obtenons pour la self-induction moyenne par unité de longueur

$$l = 6,05.10^{-9} \text{ henry},$$

ce qui correspond à une résistance rL de l'antenne égale à 105,5 ohms.

La formule de Stefan [1] donne pour la résistance ohmique, à la fréquence utilisée et en prenant pour la valeur de la perméabilité du fer en haute fréquence le nombre 74 mesuré par Laville [2], 5,5 ohms.

Il reste donc une résistance de rayonnement égale à 100 ohms.

Le calcul direct de la résistance de rayonnement, en considérant chaque élément du fil comme un doublet et en supposant que la perturbation des bouts est due à des capacités localisées, donne 121 ohms. Cette valeur est supérieure de 21 ohms à celle que nous avons déduite de la mesure de l'amortissement.

Cet écart est très explicable, car la valeur calculée à cause de la correc-

---

(1) H. Bouasse, *Ondes hertziennes*, p. 121 (Delagrave, éditeur).

(2) G. Laville, *Annales de Physique*, 10e série, 2, 1924, p. 391.

tion des extrémités est certainement trop grande. Pour faire le calcul, on est, en effet, obligé de supposer une distribution sinusoïdale du courant de demi-longueur d'onde supérieure à la longueur du fil et d'admettre une chute brusque jusqu'à zéro à l'extrémité. En réalité, l'intensité s'écarte de la répartition sinusoïdale assez loin de l'extrémité et arrive à zéro d'une manière continue. L'intensité près des bouts de l'antenne est donc inférieure à celle que nous avons admise. Il en résulte une trop grande valeur de la résistance calculée. L'erreur peut atteindre 21 ohms; la résistance de rayonnement change, en effet, beaucoup avec la distribution du courant, elle passe de 80 ohms pour une répartition en demi-onde, sans correction des extrémités, à 197 ohms pour un fil de même longueur le long duquel l'intensité conserverait une valeur uniforme.

PHYSIQUE ÉLECTRONIQUE. — *Les électrons dans les métaux et le rôle des conditions de réflexion sélective de Bragg.* Note de M. L. **Brillouin**, présentée par M. J. Perrin.

Considérons un réseau cubique, de maille d, et supposons que les inégalités du potentiel soient faibles; le potentiel électrique $P(x, y, z)$ sera une fonction triplement périodique (période d) des coordonnées. A travers ce réseau se meuvent des électrons libres, et nous voulons former l'onde ψ de Louis de Broglie qui leur correspond. Nous procéderons par approximations successives [1] en partant des ondes

$$(1) \qquad \psi = A_0 e^{-2\pi i(ax+by+cz)} \qquad (A_0 \text{ constant}).$$

relatives au cas où le potentiel est constant,

Il se produit alors une anomalie de dégénérescence (qui se résout par la méthode de Schrödinger), lorsque deux ondes a, b, c et a_1, b_1, c_1 peuvent être couplées entre elles; ceci a lieu si l'on a les conditions

$$(2) \qquad a_1 - a + \frac{\alpha}{d} = 0, \qquad b_1 - b + \frac{\beta}{d} = 0, \qquad c_1 - c + \frac{\gamma}{d} = 0 \qquad (\alpha, \beta, \gamma \text{ entiers}),$$

---

[1] R. Peierls, *Ann. der Physik*, 4, 1930, p. 124. Cet auteur a noté l'existence d'anomalies et la manière de les résoudre, mais il n'a pas vu le sens physique des conditions (2) et (3), ni leur relation avec les réflexions de Bragg.

en même temps qu'une faible différence d'énergie ε entre les ondes

$$(3)\qquad E = \frac{h^2}{2m}(a^2 + b^2 + c^2) = E_1 + \varepsilon, \qquad E_1 = \frac{h^2}{2m}(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2).$$

Prenons les valeurs (2) des a_1 et portons-les dans (3), nous trouvons

$$(4)\qquad \frac{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2}{d^2} - \frac{2}{d}(a\alpha + b\beta + c\gamma) = \frac{2m\varepsilon}{h^2},$$

Les trois nombres entiers α, β, γ définissent un système de plans réticulaires dont l'équidistance est

$$(5)\qquad \delta = \frac{d}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2}}.$$

Nos ondes ont, d'autre part, une longueur d'onde

$$(6)\qquad \lambda = \frac{1}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}.$$

Faisons $\varepsilon = 0$ dans la relation (4), et nous obtenons

$$(7)\qquad \lambda - 2\delta\cos\theta = 0,$$

où θ est l'angle des vecteurs (abc) et $(\alpha\beta\gamma)$ normaux aux plans d'onde et aux plans réticulaires; la condition (7) n'est autre que la fameuse *condition de Bragg*.

En résolvant ce cas de dégénérescence suivant la méthode de Peierls, on trouve une discontinuité de l'énergie; c'est dire qu'une certaine bande étroite d'énergie ne peut se présenter parmi les ondes se propageant dans le cristal; si une onde tombe, de l'extérieur, sur le cristal, et possède cette énergie (ou fréquence), elle ne pourra pénétrer et sera réfléchie totalement: c'est la réflexion sélective de Bragg, observée pour les électrons par Davisson et Germer.

Ces résultats généralisent pour le réseau à trois dimensions ceux que j'avais obtenus pour un réseau à une dimension [1], où l'équation d'onde est du type de Mathieu.

Quelles sont toutes les ondes présentant ce type d'anomalies? Considérons des axes rectangulaires a, b, c; l'espace ainsi obtenu est l'*extension en moments*, car a représente $\frac{p_x}{h}$; dans cet espace, traçons le réseau réciproque

---

[1] *Statistiques quantiques*, Chap. VIII, § 7, p. 258 (Presses Universitaires, Paris, 1930).

du réseau cubique; c'est un nouveau réseau cubique, dont les points P ont les coordonnées $\frac{\alpha}{d}, \frac{\beta}{d}, \frac{\gamma}{d}$ ($\alpha\beta\gamma$ entiers). Chacun des vecteurs OP joignant l'origine à un point (α, β, γ) représente la normale à un système de plans réticulaires, et sa longueur est $\frac{1}{\delta}$.

Une onde (abc) pourra donner une anomalie (éq. 7) si le point abc se trouve sur un plan normal au milieu d'un des vecteurs OP. Ces plans d'anomalie sont donc parallèles aux plans réticulaires, et d'équidistance δ; l'origine est à mi-distance entre deux plans parallèles.

Lorsqu'on trace ces divers plans, on s'aperçoit qu'ils définissent une suite de polyèdres centrés sur l'origine et dont le volume intérieur est $\frac{p}{d^3}$, p entier; le volume contenu entre deux polyèdres consécutifs est $\frac{1}{d^3}$ et représente une *zone d'extension en moments*. Ces zones polyédriques assez compliquées viennent remplacer les segments entiers obtenus pour le réseau à 1 dimension [1]. Les zones un peu éloignées du centre ont une forme à peu près sphérique, et une faible épaisseur. Écrivons que le volume intérieur au $p^{\text{ième}}$ polyèdre est $\frac{p}{d^3}$, nous obtenons

$$(8) \qquad \frac{4}{3}\pi\rho^3 = \frac{p}{d^3}, \qquad \bar{\lambda} = \frac{1}{\rho} = d\left(\frac{4\pi}{3p}\right)^{\frac{1}{3}},$$

ce qui nous donne le rayon moyen ρ et la longueur d'onde moyenne λ pour la $p^{\text{ième}}$ zone. Chaque zone est comprise entre deux surfaces polyédriques assez complexes, possédant certaines arêtes et sommets communs, de sorte que la zone se subdivise en un certain nombre de *sous-sections*; sur la surface polyédrique qui sépare une zone de la suivante, l'énergie subit une discontinuité.

STRUCTURES CRISTALLINES. — *Étude de cristaux α et β d'acides gras.* Note [2] de MM. **Jean Thibaud** et **F. Dupré La Tour**, transmise par M. Maurice de Broglie.

Nous avons montré précédemment [3] qu'il était possible de préparer des cristaux isolés d'acides gras saturés de dimensions appréciables et appartenant à deux types principaux bien définis que nous désignerons par

(1) *Statistiques quantiques*, p. 263, fig. 32.

(2) Séance du 21 juillet 1930.

(3) *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 945.

α et β [1]. Le type α présente le maximum de stabilité, β au contraire n'est stable qu'en dessous d'une certaine température pour laquelle il se transforme en α.

La cristallisation lente à la température ordinaire donne des cristaux β avec l'acide stéarique et des cristaux α avec les acides palmitique et myristique. Avec les acides C_{18} et C_{16} nous avons pu obtenir des cristaux propres à une étude cristallographique : ils se présentent comme de petites tables en forme de losange, de $0^{mm},2$ à $0^{mm},5$ d'épaisseur et de 2^{mm} à 4^{mm} de longueur.

1° *Étude optique des cristaux : a. Cristal stéarique* β. — Monoclinique, il possède un plan de symétrie normal aux faces planes et passant par la bissectrice de l'angle *obtus* de ces faces. Angle aigu φ du losange : $\varphi = 74°30'$. Dièdre formé par les facettes latérales avec le plan des grandes faces : $\alpha = 71°14'$. L'approximation de ces mesures goniométriques ne dépasse pas 30'.

Observés *en lumière convergente*, ces cristaux β (biaxes positifs) montrent, dans un coin du champ, les deux pôles des axes optiques disposés symétriquement par rapport à la ligne neutre, lorsque celle-ci est rectiligne. L'axe n_p de l'ellipsoïde des indices est contenu dans le plan de la lame cristalline (la bissectrice de l'angle aigu est direction principale). Le grand indice se projette (n'_g) suivant l'autre bissectrice.

b. Cristal palmitique α. — Monoclinique; le plan de symétrie passe ici par la bissectrice de l'angle *aigu* du losange, qui a pour valeur $\psi = 55° \pm 30'$.

En lumière convergente, l'apparence des cristaux α, optiquement positifs, diffère complètement de l'aspect des cristaux β précédents de sorte qu'il est aisé de distinguer au microscope polarisant le type d'un cristal : un seul pôle est maintenant visible, l'autre est situé en dehors du champ, tous les deux sur la ligne neutre. Le grand indice se projette suivant la bissectrice de l'angle aigu : c'est ici l'axe n_m de l'ellipsoïde des indices qui est situé dans le plan de la lame (direction principale = bissectrice de l'angle obtus).

c. Indices de réfraction. — Les indices ont été déterminés suivant deux directions principales des lames par la méthode de la frange de Becke. Voici les résultats :

$$C^{18}H^{36}O^{2}\beta \begin{cases} n'_g = 1,535, \\ n_p = 1,510; \end{cases} \qquad C^{16}H^{32}O^{2}\alpha \begin{cases} n'_g = 1,533, \\ n_m = 1,508. \end{cases}$$

Ces cristaux sont assez fortement biréfringents.

---

[1] Les types α, β et γ correspondent respectivement aux notations C, B et A de nos précédentes publications.

2° *Étude aux rayons X.* — Indépendamment des diagrammes de Laue, nous avons enregistré les diagrammes de rotation autour des diagonales des grandes faces. Certaines photographies, très belles, permettent de mesurer des strates de troisième et quatrième ordres, et de déterminer, à 1 pour 100 près, les périodes d'identité. Les mailles cristallines ont pour base des rectangles ayant les dimensions suivantes :

Cristal palmitique α $\begin{cases} a = 9{,}36\,\text{Å} \\ b = 4{,}95\,\text{Å} \end{cases}$ $S = 46{,}4(\text{Å})^2$; Cristal stéarique β $\begin{cases} a = 5{,}65\,\text{Å} \\ b = 7{,}36\,\text{Å} \end{cases}$ $S = 41{,}5(\text{Å})^2$.

En calculant les angles à partir de a et b, on trouve $\psi_\alpha = 55°45'$ et $\varphi_\beta = 75°$, valeurs en accord avec les mesures goniométriques précédentes.

Ces résultats numériques importants apportent un éclaircissement au désaccord entre les résultats de Müller relatifs à l'acide stéarique [1] et ceux de Brill et Meyer relatifs à l'acide laurique [2]. Par la comparaison de nos résultats aux leurs, on peut conclure que ces auteurs ont utilisé des cristaux qui n'appartenaient pas à la même forme : stéarique β pour le premier, laurique α pour les seconds. Ceci s'explique, puisque, comme nous l'avons observé, dans les cristallisations faites à la température ordinaire, l'acide stéarique apparaît sous la forme β, tandis que l'acide laurique ne peut être que α.

D'autre part il semble que, pour les acides C^{12}, C^{16}, C^{18}, les dimensions a et b de la base de la maille varient peu, dans une même forme cristalline, lorsqu'on passe d'un acide à l'autre : on a ainsi approximativement pour surfaces de ces bases $S_\alpha = 47(\text{Å})^2$, $S_\beta = 41(\text{Å})^2$. Comme l'espacement D des strates cristallins parallèles aux grandes faces diminue de 10 pour 100 environ lorsqu'on passe de la forme β à la forme α, il en résulte que le volume élémentaire SD de la maille doit être sensiblement constant dans l'une et l'autre forme. On doit s'attendre à trouver des densités très voisines pour les cristaux α et β.

Enfin, si l'on transforme, par chauffage à 48°, un cristal β stéarique en α, celui-ci perd sa transparence. L'angle du losange demeure égal à 75°; au microscope, le cristal prend un aspect craquelé; examiné aux rayons X il présente des anneaux de cristallisations confuses : on assiste à la dislocation du réseau primitif.

---

(1) *Proceedings Roy. Soc.*, **114**, 1927, p. 542.

(2) *Zeits. f. Kristal.*, **67**, 1928, p. 570.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur l'orientation des acides gras en contact avec une phase liquide.* Note de MM. **J.-J. Trillat** et **A. Nowakowski**, transmise par M. de Broglie.

Dans ce travail, nous avons cherché à étudier les divers facteurs qui règlent l'orientation des acides gras (stéarique, palmitique, laurique), lorsque ceux-ci sont en contact avec une phase liquide. Dans une première série d'expériences, nous avons étudié l'équilibre d'un film d'acide solide avec sa substance fondue; dans une autre série, nous avons examiné ce qui se passe lorsqu'une pellicule d'acide est orientée au contact de l'eau, d'un acide minéral (HCl), d'un acide organique ($CH^3 - COOH$) ou de solutions de soude.

Méthode utilisée. — Dans tous les cas, nous avons utilisé la méthode de la goutte tangente décrite par l'un de nous (J.-J. Trillat, *Comptes rendus*, 17 juillet 1928, p. 168; *Journ. de Phys.*, janvier 1929, p. 32). Le liquide servant à l'orientation est amené sous la forme d'une goutte, à la surface de laquelle on produit un film mince d'acide gras; dans le cas de l'équilibre acide liquide acide solide, la substance est amenée à fusion par chauffage électrique et l'on provoque à la surface la formation d'un mince film solide au moyen d'un courant d'air convenablement réglé; dans les autres cas, on dépose sur la surface du liquide étudié, et préalablement chauffé, une petite quantité d'acide solide, qui fond, s'étale, et qu'on laisse ensuite refroidir lentement. Par suite de la courbure de la goutte, il suffit d'envoyer un pinceau horizontal de rayons X pour obtenir en des temps très courts (30 minutes) d'excellents diagrammes qui s'interprètent comme nous l'avons indiqué antérieurement (*loc. cit.*) (Raies KCu, 15 MA, 30 KV).

1. *Équilibre acide gras liquide-acide gras solide.* — Ce cas est intéressant, car il permet l'étude directe de la formation et de l'orientation des pellicules cristallines à partir de la substance fondue. Le résultat essentiel est que ces pellicules, surtout lorsqu'elles sont très minces (transparentes), donnent lieu à des raies d'orientation très intenses avec plusieurs ordres successifs de réflexion, raies qui sont par conséquent parallèles à la surface de la goutte fondue.

Le calcul donne comme distances réticulaires correspondant à ces raies des valeurs identiques à celles trouvées autrefois pour la longue période des acides gras (J.-J. Trillat, *Ann. de Phys.*, juillet 1926). Dans tous les cas, pour le même acide, on n'observe jamais qu'une même équidistance, ce qui prouve qu'il ne produit pas de polymorphisme dans ces conditions.

De plus, les anneaux de Debye-Scherrer, qui sont généralement très intenses sur les diagrammes relatifs à la surface d'un acide solidifié, sont ici d'intensités extrêmement faibles, et, dans certains cas (pellicules très minces), disparaissent même presque complètement et sont noyées dans le halo amorphe dû à la diffraction par le liquide sous-jacent. Ceci montre que ces films sont composés de petits cristaux extrêmement bien orientés.

On a étudié également l'influence d'une augmentation de température de la goutte. Il devient alors nécessaire de refroidir au moyen d'un courant d'air plus intense, et cet effet se traduit par l'apparition de cristaux plus gros et moins bien orientés autour de la normale à la surface libre du liquide (anneaux de Debye-Scherrer et taches de Laue).

2. *Équilibres acide gras-liquides divers : a. Eau.* — On observe une bonne orientation des molécules d'acide gras normalement à la surface de l'eau; de plus, les petits cristaux prismatiques peuvent tourner autour de la normale à la surface du liquide (anneaux de Debye-Scherrer entourant les raies d'orientation).

On peut donc dire que ce résultat confirme entièrement ceux de Langmuir, et les étend au cas d'une pellicule d'épaisseur plus grande qu'un film monomoléculaire.

Au contraire, si l'on verse une très petite quantité d'acide fondu sur une goutte d'eau froide, la pellicule ne présente plus d'orientation au contact du liquide; on n'a plus qu'une structure microcristalline confuse. L'influence de la vitesse de cristallisation sur l'organisation moléculaire est donc très grande.

b. Eau + HCl *ou acide acétique.* — A mesure que la quantité de l'acide dissous croît, l'acide gras a de moins en moins tendance à s'étaler sous forme de pellicule homogène. Les diagrammes montrent alors que l'orientation due à l'eau subsiste toujours, mais que cette orientation est contrariée par une augmentation de la grosseur des cristaux et une répartition plus irrégulière de ceux-ci. La comparaison des clichés pris avec des pellicules formées sur l'eau pure est caractéristique à cet égard.

c. Eau + NaOH — (1, 10, 20, 50 °/₀). — On obtient un résultat intéressant; le spectre formé est celui du sel de sodium (laurate Na : $d = 32,5$ Å au lieu de 26,8 Å pour l'acide laurique), qui vient former une fine pellicule à la surface de la goutte. Les longues chaînes sont orientées normalement à la goutte, l'extrémité Na étant en contact avec la solution sodique; la réaction ne devient visible sur les diagrammes que pour une concentration en NaOH supérieure à 10 pour 100. Le savon formé est par-

faitement orienté et stratifié, et l'aspect des diagrammes ressemble à celui obtenu avec des pellicules cristallines en équilibre avec leur substance fondue.

Cette méthode permet de mettre en évidence la réaction chimique relative à de faibles quantités de matière, et de déceler les phénomènes d'orientation qui l'accompagnent, ainsi que de mesurer la dimension des molécules du sel formé.

Conclusion. — Ces résultats montrent qu'il est possible, par la méthode de la goutte tangente, de suivre les divers facteurs qui règlent la formation des cristaux et l'orientation des molécules d'acides gras en contact avec divers liquides. Elles apportent une contribution nouvelle à l'étude de ces phénomènes physico-chimiques, si importants au point de vue des propriétés physiques, mécaniques et même chimiques des corps. Elles seront continuées par des recherches analogues, portant sur des substances à molécules symétriques allongées (diacides et carbures) et à molécules dissymétriques.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les piles* (¹) *à cathode de sodium.* Note de M. **George-I. Costeanu.**

Les métaux alcalins et alcalino-terreux se déplacent réciproquement de leurs halogénures fondus.

C'est ce phénomène qui nous a conduit à étudier une série des piles du type suivant :

1° $CuO - LiCl.KCl - Na$,
2° $CuO - LiCl.KCl - NaPb$,
3° $CuO - LiCl - NaPb$,
4° $CuO - CaCl^2.KCl - NaPb$.

La réaction de décharge est donnée par la formule

$$CuO + 2Na + 2MCl = Cu + 2NaCl + M^2O.$$

Le bain s'enrichit alors en $NaCl$ et M^2O.

Pour l'étude de nos piles nous avons employé deux dispositifs : 1° le premier se compose d'un tube de verre en U, renfermant l'électrolyte. Dans une branche plonge l'anode, dans l'autre surnage le sodium. Ce dispositif a servi seulement pour l'étude de la première pile ; 2° le second dispositif est un creuset en nickel de 60^{mm} de haut,

(¹) G.-J. Costeanu, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 35.

contenant l'électrolyte et deux vases poreux, disposés l'un en face de l'autre. Un de ces vases renferme la cathode et l'autre, plus grand, l'électrolyte et l'anode.

L'anode est un bâtonnet d'oxyde de cuivre 1 enroulé par un fil de cuivre qui sert de collecteur de courant.

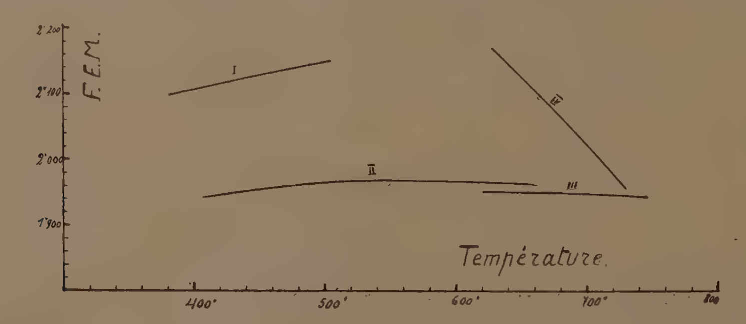
La cathode est soit le sodium, soit l'alliage NaPb à 25 pour 100 de sodium, préparé directement dans le vase poreux. Un tube de fer ou un fil de nickel conduit le courant à l'extérieur.

Le vase de pile est placé dans un récipient cylindrique en porcelaine, fermé hermétiquement par un couvercle d'amiante luté, chauffé par un enroulement de fil de nichrome et soigneusement calorifugé.

A travers le couvercle passent les électrodes, les tubes d'arrivée et de sortie du gaz et le couple thermo-électrique.

Toutes les mesures ont été faites dans une atmosphère d'azote soigneusement débarrassé d'oxygène. Dans les première et deuxième piles nous employons comme électrolyte le mélange eutectique de LiCl.KCl ($59^{mol},5$ pour 100 de LiCl et $40^{mol},5$ pour 100 de KCl), qui fond à 358°; dans la quatrième pile le mélange eutectique $CuCl^2$.KCl ($82^{mol},5$ pour 100 de $CaCl^2$ et $17^{mol},5$ pour 100 de KCl), qui fond à 608°.

Pour l'étude de la première pile — CuO — LiCl.KCl — Na, nous avons employé les deux dispositifs décrits plus haut. A l'aide du premier dispositif la pile atteint très vite l'équilibre et donne une force électromotrice de l'ordre de 2,360 volts. Avec le deuxième dispositif l'équilibre n'est atteint qu'au bout de deux heures, et la force électromotrice est un peu plus petite.



La courbe I donne la moyenne de nos mesures faites entre 380-504°. La force électromotrice est donnée par la formule

$$E = 2,099 \text{ volts} + 0,0004113(t - 380^\circ).$$

Sur 20 ohms la pile débite très régulièrement pendant 3 heures :

A 474°	Force électromotrice	2,138 volts
	Intensité	92 milliampères
	F. B.	1,903 volt

Dans la même pile nous avons remplacé le sodium par l'alliage Na-Pb, ce qui nous permettait alors de faire des mesures à des températures où la tension de vapeur du sodium commence à être appréciable.

La pile atteint l'équilibre au bout de 2 heures et demie à 3 heures; il y a alors une montée très brusque de la force électromotrice.

Les résultats sont portés sur la courbe II qui présente un faible maximum vers 540°.

Sur 20 ohms la pile débite très régulièrement pendant 4 heures :

A 620°	Force électromotrice	1,960 volt
	Intensité	87 milliampères
	F. B	1,902 volt

La polarisation est plus grande si l'on fait débiter l'élément à une température plus basse.

Dans une troisième pile nous avons pris comme électrolyte le chlorure de lithium seulement. Si l'on regarde la courbe III qui donne la moyenne des résultats, on constate qu'elle est presque le prolongement de la deuxième courbe. Avant d'atteindre l'équilibre, la force électromotrice décroît au début jusqu'à un minimum qui n'est pas toujours le même et ensuite elle remonte assez vite et atteint l'équilibre au bout de 3 heures.

Sur 20 ohms elle débite régulièrement pendant 4 heures :

A 714°	Force électromotrice	1,950 volt
	Intensité	92 milliampères
	F. B	1,926 volt

Après plusieurs heures de débit l'alliage s'épaissit.

Enfin la courbe IV donne les mesures faites sur la pile :

$$CuO - CaCl^2 . KCl - NaPb :$$
$$E = 2^\circ,168 - 0,002058\,(t - 628^\circ).$$

Sur 20 ohms la pile débite assez régulièrement pendant 3 heures :

A 640°	Force électromotrice	2,145 volts
	Intensité	92 milliampères
	F. B	2,000 volts

Dans le vase poreux qui renferme l'anode on trouve toujours du cuivre réduit et l'électrolyte est fortement coloré en rouge.

PHOTOCHIMIE. — *Sur l'absorption de la lumière ultraviolette par les iodures d'alcoyle.* Note de M. **Guy Emschwiller**, transmise par M. Georges Urbain.

On s'est depuis longtemps proposé d'établir des relations entre les spectres d'absorption des corps et leur constitution chimique, mais maintenant encore le problème apparaît singulièrement complexe. Si des interprétations énergétiques sont possibles quand les spectres sont formés de bandes résolubles en raies fines, on sait peu de choses dans les autres cas, et l'on doit le plus souvent se borner à des rapprochements entre corps présentant des analogies de structure. Ainsi les iodures d'alcoyle ont un spectre d'absorption qui apparaît continu, aussi bien à l'état liquide qu'à l'état gazeux.

L'absorption des iodures d'alcoyle n'a guère fait l'objet que d'observations partielles, le plus souvent qualitatives et en présence d'un solvant. J'en ai entrepris l'examen systématique, dans l'ultraviolet, en l'absence de tout diluant; ces recherches ont porté sur les iodures de méthyle, d'éthyle, de propyle et de butyle, et aussi sur l'iodure de méthylène et sur l'iodobenzène.

J'ai mesuré les constantes d'absorption de tous ces iodures à l'état liquide, sous des épaisseurs variant entre 2^{mm} et 16^{mm}, à diverses températures, par la méthode photographique, en utilisant le microphotomètre enregistreur de Lambert et Chalonge; j'ai employé comme source continue d'ultraviolet une lampe à hydrogène.

Les résultats des mesures effectuées à 20° sont consignés dans le tableau suivant :

k.	log *k.*	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
17,4.....	1,241	3360	3370	3340	3340	3330	3455	3440	3610	4060	3500
10,4.....	1,018	3400	3410	3375	3375	3370	3495	3480	3660	4105	3545
6,96.....	0,843	3430	3445	3410	3410	3405	3530	3515	3705	4140	3580
5,2.....	0,717	3455	3470	3435	3435	3430	3555	3540	3740	4165	3610
3,48.....	0,542	3495	3510	3475	3475	3470	3595	3580	3780	4195	3650
2,6.....	0,416	3520	3535	3500	3500	3495	3620	3665	3815	4220	3675
1,74.....	0,241	3550	3570	3535	3535	3530	3655	3640	3860	4255	3710
1,3.....	0,115	3575	3595	3560	3560	3550	3685	3670	3890	4280	3740
0,87....	$\bar{1}$,940	3615	3635	3600	3600	3590	3720	3705	3935	4310	3775
0,435...	$\bar{1}$,639	3670	3695	3660	3660	3655	3780	3765	4010	4370	3840
0,18...	$\bar{1}$,260	3750	3775	3740	3740	3735	3860	3845	4110	4450	3920

Les longueurs d'onde sont exprimées en unités angströms; k, constante d'absorption; 1, iodure de méthyle; 2, iodure d'éthyle; 3, iodure de propyle; 4, iodure de butyle; 5, iodure d'isobutyle; 6, iodure d'isopropyle; 7, iodure de butyle secondaire; 8, iodure de butyle tertiaire; 9, iodure de méthylène; 10, iodobenzène.

On remarque que les dérivés iodés primaires se comportent en somme sensiblement de la même manière; les dérivés secondaires absorbent davantage et l'iodure tertiaire plus encore.

La loi de variation des constantes d'absorption avec la longueur d'onde est de la forme

$$\log k = a - b.\lambda,$$

a et b étant des constantes positives dont la valeur dépend de la nature du dérivé et peut être calculée à 20° au moyen des données ci-dessus. J'ai reconnu que cette loi est valable dans un large domaine de radiations et permet ainsi le calcul par extrapolation des valeurs des constantes d'absorption. La vérification est excellente pour l'iodobenzène sous 250^{mm} d'épaisseur.

Quantité de lumière absorbée pour 100.	k.	Log k.	Longueur d'onde. Calculée.	Longueur d'onde. Mesurée.
87,5	0,083	$\bar{2}$,92	3992	3995
50	0,028	$\bar{2}$,448	4092	4095
25	0,012	$\bar{2}$,069	4172	4175

Pour les radiations de longueurs d'onde plus élevées, il faudrait opérer sous des épaisseurs encore plus grandes. En tout cas mes mesures font apparaître une variation continue de l'absorption et ne confirment pas l'existence des limites proposées par T. Iredale et W. N. W. Wallace [1].

Mes observations sur les iodures d'alcoyle à l'état gazeux montrent que l'absorption continue longtemps à croître de façon exponentielle quand la longueur d'onde diminue. Toutefois l'absorption passe par un maximum, puis par un minimum. J'ai déterminé la position du maximum pour les différents dérivés.

Iodures primaires	Méthyle, éthyle, propyle, butyle	2570 angströms
	Isobutyle	2550 »
Iodures secondaires	Isopropyle	2620 »
	Butyle	2595 »
	Iodure de butyle tertiaire	2680 »

(1) *Philosophical Magazine*, 7e série, 8, 1929, p. 1093.

L'absorption des iodures d'alcoyle augmente avec la température; de l'ensemble des mesures effectuées à des températures comprises entre 20° et 110°, il résulte que l'effet est sensiblement le même pour tous ces composés. La longueur d'onde des radiations correspondant à un même coefficient d'absorption est augmentée d'environ 12 angströms par élévation de température de 10°. Je n'ai pu mettre en évidence un déplacement sensible du maximum d'absorption avec la température.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide naphtyl-β-glyoxylique et quelques dérivés de cet acide.* Note [1] de Mlle **L. Popovici**.

Nous avons exposé [2] les résultats obtenus au cours de recherches concernant la réduction des semicarbazones des acides α-cétoniques appartenant aux séries aliphatique et benzénique. La présente Note a d'abord pour but l'extension de la même étude à la série naphtalénique et nous avons choisi, comme acide α-cétonique, l'acide naphtyl-β-glyoxylique

$$C^{10}H^7.CO.CO^2H.$$

Cet acide n'avait pas encore été obtenu pur. Rousset, qui avait tenté sa préparation en appliquant au naphtalène la méthode de Bouveault, n'avait eu qu'un composé huileux, mélange du produit cherché avec son isomère α.

Nous avons réussi à obtenir l'acide pur en oxydant la β-méthylnaphtylcétone par le permanganate de potassium en solution alcaline, en opérant à la température de fusion de la cétone à oxyder (53°).

Après purification, par cristallisation dans le benzène, l'acide naphtyl-β-glyoxylique se présente en cristaux fondant à 171°, très solubles dans l'éther, l'alcool, le benzène, très peu soluble dans l'eau. Ses sels alcalins sont solubles dans l'eau, les autres (Ca, Ba, Mg, Pb, Ag) sont insolubles.

I. Partant de cet acide, nous en avons préparé la semicarbazone et la thiosemicarbazone; les acides semicarbazide et thiosemicarbazide; la dioxytriazine et la sulfoxytriazine correspondantes.

La semicarbazone fond à 230°; elle est très peu soluble dans l'eau et les liquides organiques; seul, l'alcool la dissout un peu à chaud et moins à froid, ce qui en facilite la purification.

---

(1) Séance du 21 juillet 1930.

(2) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 186; et **190**, 1930, p. 1019.

La thiosemicarbazone est jaunâtre; elle fond à 226° et présente des solubilités de même ordre que celles de la semicarbazone.

II. Ces deux composés, réduits par l'amalgame de sodium, donnent respectivement l'acide semicarbazide naphtyl-β-glyoxylique (I), et l'acide thiosemicarbazide naphtyl-β-glyoxylique (II) :

(I). (II).

Ces acides fondent à 226° et 216°; ils réduisent le réactif de Nessler et sont également oxydés par l'iode en milieu alcalin.

III. Sous l'action de la soude diluée et à chaud, la semicarbazone et la thiosemicarbazone, décrites plus haut, se déshydratent en se cyclisant et donnant respectivement la dioxytriazine (III) et la sulfoxytriazine (IV) correspondantes :

(III). (IV).

Ces nouveaux composés fondent respectivement à 289° et 274°. Comme les composés analogues déjà signalés par M. J. Bougault, ces corps sont des acides faibles, et sont susceptibles de donner deux séries d'éthers : nous avons préparé, avec la naphtyl-β-dioxytriazine, un éther monobenzylique fondant à 217° et un éther dibenzylique fondant à 179°.

Les sulfoxytriazines, oxydées par l'hypobromite de sodium, peuvent, comme l'a montré M. Daniel ([1]), être transformées en dioxytriazines correspondantes; la naphtyl-β-sulfoxytriazine obéit à la règle générale et a fourni, par cet oxydant, la naphtyl-β-dioxytriazine.

([1]) L. Daniel, *Thèse de doctorat en Pharmacie*, Paris, 1928.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'autoxydation de l'hydroquinone.* Note (¹) de M. **Albert Saint-Maxen**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Nous avons montré (²) que l'addition ménagée de soude caustique à des solutions d'hydroquinone de concentration constante et maintenues saturées d'oxygène provoque l'oxydation de l'hydroquinone, la vitesse de réaction étant proportionnelle à la quantité de soude introduite. En solutions alcalines plus concentrées, la relation de proportionnalité n'est plus vérifiée. Il m'a donc semblé intéressant de poursuivre l'étude de cette oxydation dans un domaine plus étendu.

Comme précédemment, j'ai opéré sur des solutions contenant toutes la même quantité d'hydroquinone — soit 5g,5 par litre — et des quantités croissantes de soude caustique. La vitesse d'oxydation, déterminée au moyen de la méthode pneumatique (³), croît, ainsi qu'il a été dit, proportionnellement à la quantité de soude introduite, tant que le rapport moléculaire $\frac{\text{soude}}{\text{hydroquinone}}$ n'excède pas 0,2. Au delà de cette valeur, la vitesse augmente moins rapidement, tend vers une limite atteinte pour la valeur 0,6; puis décroît lentement dès qu'on dépasse la valeur 1.

Ces variations sont représentées sur le diagramme ci-contre.

Ce résultat ne peut s'expliquer simplement qu'en admettant la formation, entre l'hydroquinone et la soude, d'une combinaison facilement oxydable. C'est pourquoi j'ai complété cette étude en cherchant à mettre en évidence de telles combinaisons par les procédés habituels de l'analyse physico-chimique.

En premier lieu, sur les liqueurs définies plus haut, j'ai procédé, en l'absence d'oxygène, à des mesures de conductibilité électrique. La courbe représentative, figurée sur le même graphique, présente un angle très net, correspondant au dérivé monosodique et un changement d'orientation moins accusé montrant la formation d'une combinaison disodique. Ces faits sont bien conformes aux propriétés chimiques de l'hydroquinone (⁴).

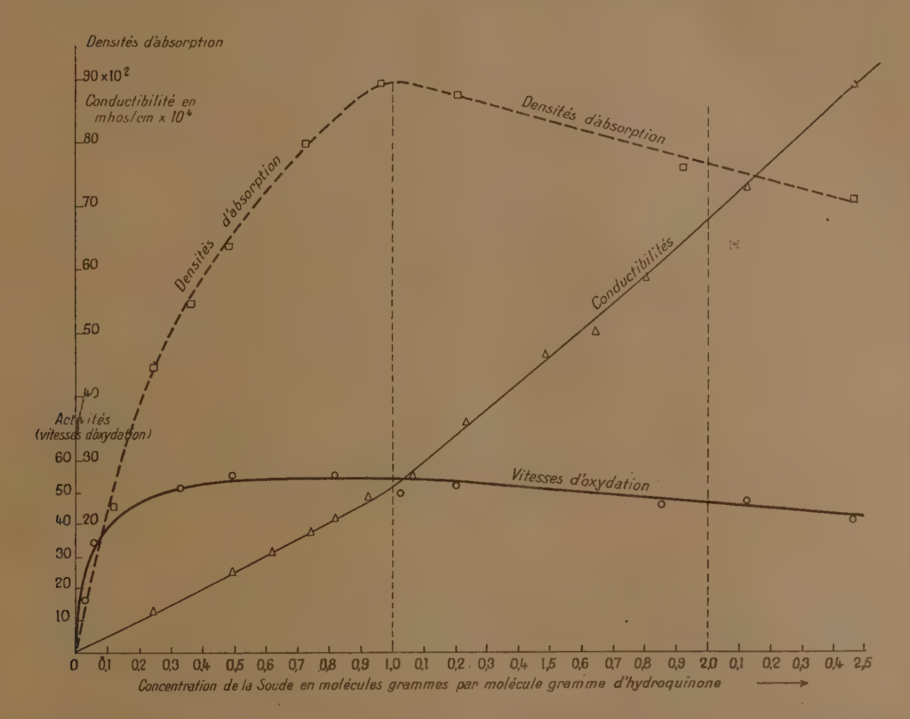
(¹) Séance du 21 juillet 1930.

(²) René Dubrisay et Albert Saint-Maxen, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 694.

(³) André Job, *Comptes rendus*, 142, 1906, p. 1403.

(⁴) En particulier, l'isolement du dérivé disodique de l'hydroquinone a été réalisé par de Forcrand, *Ann. Chim. Phys.*, 6e série, 30, 1892, p. 66 et 68.

D'autre part, les mêmes liqueurs, préparées par le mélange, effectué en atmosphère d'azote exempt d'oxygène, de deux solutions incolores d'hydroquinone et de soude, présentent une coloration jaune brun. L'étude des variations de la densité d'absorption lumineuse [1], en fonction du rapport moléculaire $\frac{\text{soude}}{\text{hydroquinone}}$, pour la longueur d'onde 4800 U. A. [2], vient



confirmer les résultats antérieurement trouvés. Un angle très net apparaît sur la courbe, manifestant l'existence d'une combinaison équimoléculaire de soude et d'hydroquinone; par contre, aucun changement apparent ne se produit au moment de la saturation de la seconde fonction phénolique.

---

(1) Rappelons que sous le nom de densité d'absorption, on désigne la grandeur définie par la relation $\delta = \log \frac{I_0}{I}$ dans laquelle I_0 désigne l'intensité incidente et I l'intensité transmise.

(2) Pour cette longueur d'onde, l'absorption d'une solution d'hydroquinone pure est négligeable, tandis que celle d'une solution d'hydroquinone et de soude est maximum.

On ne saurait attribuer le changement de coloration constaté à une oxydation partielle du diphénol, car j'avais soin, comme il a été dit, d'opérer à l'abri de l'oxygène; en outre, la coloration jaune, qui apparaît par addition de soude caustique à une solution d'hydroquinone, disparaît lorsqu'on neutralise l'alcali introduit par addition d'une quantité équivalente d'acide.

J'ai même pu étudier spectrographiquement, pour la région 2200 — 3150 U. Å., les modifications apportées, par l'addition de soude caustique, du spectre d'absorption d'une solution aqueuse d'hydroquinone pure et l'identité du spectre de cette dernière solution avec celui d'une solution sodique dans laquelle l'alcali a été neutralisé par un acide. Aucune modification de ce genre ne se produit avec une solution de quinone.

Je me réserve de discuter en détail ces divers résultats. Je me bornerai à signaler ici, outre la convergence des conclusions résultant de l'examen des trois courbes figurées sur le diagramme, le parallélisme entre les variations de l'absorption et celles de la vitesse d'oxydation des solutions étudiées et à proposer, de cette particularité l'interprétation suivante :

Les solutions d'hydroquinone pure s'oxydant très lentement, si nous supposons la vitesse d'oxydation du dérivé monosodique considérable, et celle du dérivé disodique, au contraire, très faible ou négligeable, on conçoit que la vitesse commence par croître rapidement lorsque la proportion de soude favorise la formation du premier dérivé tandis qu'elle demeure stationnaire, puis commence à décroître dès que la combinaison disodique commence à se former.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude systématique de la condensation des monocétones aromatiques avec les amines aromatiques tertiaires, sous l'action du chlorure d'aluminium.* Note (¹) de MM. **Ch. Courtot** et **V. Oupéroff**, transmise par M. Delépine.

La faculté toute particulière du groupement carbonyle de donner, en présence de chlorure d'aluminium, des produits de condensation avec les amines aromatiques tertiaires est connue depuis longtemps.

La Badische Anilin u. Soda Fabrik dans son brevet n° 27789 (²) revendique, comme agent de condensation des dérivés *p*-aminés et alcoylaminés de la benzophénone avec les amines aromatiques tertiaires, à côté des dérivés halogénés ou oxyhalogénés du phosphore, le phosgène, l'acide sulfurique et enfin le chlorure d'aluminium, mais, en

(¹) Séance du 16 juillet 1930.

(²) Friedländer, 1, p. 80.

réalité, dans les sept exemples donnés par le brevet, aucun ne comporte effectivement Cl^3Al. Haller et Guyot [1], en conclusion d'une remarquable étude sur une extension de la réaction de Friedel et Crafts, précisent même de la façon suivante : « nous ne sommes pas arrivés, en présence de Cl^3Al dans aucun cas, à condenser son dérivé tétraméthyl-diaminé : la cétone de Michler », alors que la condensation de la diméthylaniline avec la benzophénone a lieu facilement, mais conduit anormalement à un composé sur lequel nous reviendrons dans cette Note. Là se borne l'expérimentation avec les monocétones. Ces savants ont étudié par contre l'action de la diméthylaniline sur différentes dicétones, en particulier l'isatine, l'indigo, le benzile, l'anthraquinone, l'*o*-dibenzoylbenzène, le phénylglyoxylate d'éthyle, l'oxalate d'éthyle, en utilisant toujours Cl^3Al^3, et ces chimistes font remarquer que le carbonyle de toutes les molécules sur lesquelles ont porté leurs expériences présentent un caractère négatif assez prononcé.

Comme on le voit par ces prémisses historiques, l'étude systématique de la condensation des *monocétones* avec les amines aromatiques tertiaires sous l'influence de Cl^3Al fait défaut et nous nous sommes proposé de rechercher les facteurs constitutionnels qui déterminent le CO, dans cette série, à réagir sur l'hydrogène en para du groupement dialcoylaminé des amines tertiaires.

Dans cette Note, nous communiquerons les résultats obtenus avec la benzophénone, la diméthylaminobenzophénone, la cétone de Michler, la phényl-α-naphtylcétone, la phényl-β-naphtylcétone et la fluorénone, d'une part, et la diméthylaniline, d'autre part.

1° *Condensation de la benzophénone.* — Haller et Guyot [1] ont obtenu exclusivement le *p*-diméthylaminotriphénylméthane (F. = 132°) que nous avons retrouvé également en opérant à 75°-85°. Mais en effectuant la réaction à 40°-50° nous nous arrêtons commodément au *p*-diméthylaminotriphénylcarbinol (F. = 92°-93°) ou à l'amine correspondante

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!\!>N - C^6H^4 - \underset{\displaystyle (C^6H^5)^2}{\overset{}{C}} - NH^2$$

2° *Condensation de la diméthylaminobenzophénone.* — Déjà un groupement diméthylaminé, placé en para dans la benzophénone, met un obstacle sérieux à la condensation. On n'a pu, quelles que soient les conditions de température (intervalle, 30-110°), obtenir que des traces de vert malachite caractérisé cependant nettement par son spectre d'absorption (maxima d'absorption à $\lambda = 618$).

3° *Condensation de la cétone de Michler.* — Avec deux groupes diméthylaminés, l'observation de Haller et Guyot est complètement vérifiée : aucune condensation. Il se forme pourtant un colorant sur la nature duquel nous reviendrons par la suite,

---

(1) *Comptes rendus*, 144, 1907, p. 947.

mais qui provient uniquement de l'attaque de la diméthylaniline elle-même. Ce phénomène a été observé (avec une intensité variable) dans toutes nos condensations.

4° *Condensation de la phényl-α-naphtylcétone.* — La condensation, effectuée à 40°-50°, conduit au *p*-diméthylaminodiphénylnaphtylcarbinol, que nous avons isolé à l'état de chlorhydrate combiné au chlorure de zinc. Le chlorozincate du colorant se présente sous forme de poudre d'un rouge vif, soluble dans l'eau, mais précipitable par ClNa.

A 80-90°, la condensation est de nouveau aberrante comme dans le cas de la benzophénone, et nous observons la formation du produit de réduction du carbinol — le *p*-diméthylaminodiphénylnaphtylméthane, cristaux incolores (F. = 163°-164°), difficilement solubles dans l'alcool, plus difficilement dans l'éther et assez solubles dans le benzène. Nous nous proposons de rechercher le mécanisme de cette réduction.

5° *Condensation de la phényl-β-naphtylcétone.* — La condensation, commencée à température ordinaire, est exothermique. La température monte progressivement à 25° et s'y maintient pendant une heure. On observe, après le traitement habituel, la formation du carbinol avec un rendement supérieur à celui observé pour le dérivé α et le phénomène de réduction du carbinol en dérivé méthanique n'a pas lieu. Le colorant (chlorure ou chlorozincate) est rouge bleuté plus foncé que le dérivé α.

6° *Condensation de la fluorénone.* — Dans le cas de cette cétone, la réaction est très exothermique, provoquant l'ébullition de l'éther employé comme solvant. Le *p*-diméthylaminophényldiphénylènecarbinol n'a été qu'entrevu; la condensation va facilement plus loin pour donner naissance au *p.p'*-tétraméthyldiaminodiphényl-diphénylèneméthane qui cristallise en belles aiguilles incolores, fusibles à 161°, solubles à chaud dans l'éther, le benzène, l'alcool.

MÉTÉOROLOGIE. — *Ionisation et champ électrique à El Goléa; l'éclair visible à 800^{km}; mirages en automobile; condensation dans les dunes du Grand Erg.* Note (¹) de M. **Jean Lugeon**, transmise par M. G. Ferrié.

Du 21 octobre au 13 novembre 1929, je fis avec mes collaborateurs Nicola de Lausanne et Waldmann de Zurich 50 mesures de petits ions, 20 de gros ions des deux signes, avec un aspirateur d'Ebert et un condensateur Langevin à capacité de 9^{cm} et 176^{cm}, et 500 lectures du champ électrique à l'électromètre bifilaire relié à un fil horizontal de 15^{m} avec égaliseur radioactif. Ces observations furent faites de jour et de nuit dans la palmeraie et au sommet du Ksar, colline dominant de 100^{m} le Grand Erg :

(¹) Séance du 16 juillet 1930.

Nombre total moyen de petits ions + par cm³ 1659
» — par cm³ . . . . 819 $\left(\frac{\overset{+}{n}}{\overset{-}{n}} = 2{,}03\right)$

Nombre total moyen de petits ions + par cm³ de jour 1749
» — par cm³ » 795
» + par cm³ de nuit 1444
» — par cm³ » 702

Rapport entre la nuit et le jour : $\frac{\overset{+}{n}\text{ nuit}}{\overset{+}{n}\text{ jour}} = 0{,}83$; $\frac{\overset{-}{n}\text{ nuit}}{\overset{-}{n}\text{ jour}} = 0{,}88$.

L'ionisation pour les ions des deux signes est plus forte de jour que de nuit au Sahara. C'est l'inverse de ce que j'avais trouvé au Mont Blanc. Les amplitudes journalières sont beaucoup plus faibles que dans les hautes altitudes. Les maxima et les minima ont été trouvés au Ksar :

Maximum $\overset{+}{n}$ 2610, le 4 novembre à 17^h.
» $\overset{-}{n}$ 1291, le 6 novembre à 17^h,
Minimum $\overset{+}{n}$ 780, le 28 octobre à 19^h,
» $\overset{-}{n}$ 405, le 1er novembre à 15^h.

Nombre total moyen de gros ions + par cm³ 15200
» — par cm³ 15000

Maximum gros ions + 28600, le 28 octobre à 16^h,
» gros ions — 25000, le 1er novembre à 11^h,
Minimum gros ions + 3120, le 30 octobre à 18^h.
» gros ions — 4455, le 1er novembre à 14^h.

Valeur moyenne du champ électrique : 59 volts par mètre ; maxima moyens, 74 v/m ; minima moyens, 24 v/m.

Au cours d'une nuit sereine et calme nous observâmes du haut du Ksar un rideau phosphorescent de 3 à 5 degrés de hauteur, tendu sous une ouverture de 20° à l'horizon nord-ouest. Sa teinte variait de l'olive à la couleur de l'opale. Jusque vers 1^h du matin, aucune silhouette ne se profilait sur cette section de l'horizon, qui semblait parfaitement plane. De jour, d'ailleurs, on ne remarquait point d'aspérité dans le lointain tour d'horizon d'El Goléa.

Mais subitement quelques éclairs nous firent découvrir, à l'intérieur même du rideau lumineux, une vaste chaîne de montagnes, hérissée de nombreux pics. Comme nous n'étions certainement pas sous le coup d'une illusion d'optique locale, j'en conclus que cette chaîne ne pouvait qu'être le Grand Atlas, situé à 800^{km}. La courbure de la Terre n'eût jamais permis

de la percevoir au travers d'une atmosphère théoriquement transparente, puisqu'à cette distance son plus haut sommet se trouvait à 40km sous l'horizon d'El Goléa. Nous étions donc en présence d'un gigantesque mirage nocturne.

J'aurais douté de cette explication si, deux jours plus tard, le même phénomène n'était réapparu, tout aussi net, tandis que l'*atmoradiographe* témoignait par sa grande agitation de décharges orageuses lointaines. La direction que je relevais sur la carte à l'aide d'une boussole coïncidait effectivement avec celle de l'Atlas. Il en était de même des parasites reçus au cadre radiogoniométrique.

Ce phénomène surprenant d'une chaîne de montagnes de tout temps invisible de jour, merveilleusement nette de nuit à 800km, à la lueur de la foudre qui la frappe, me fut doublement confirmé plus tard, par l'examen des cartes du Service Météorologique Algérien, qui ne relèvent des orages que dans les parages du Haut Atlas.

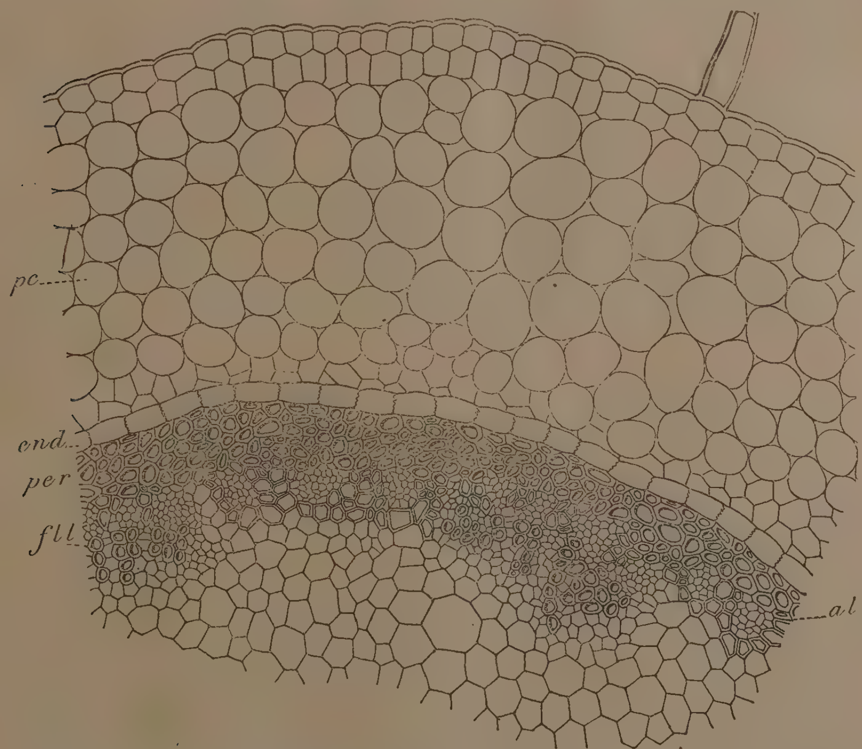
En traversant le désert nous observâmes plusieurs mirages dont un d'une étendue d'au moins 60km. Il est intéressant de noter que ces phénomènes optiques subsistent quelle que soit la vitesse de l'observateur. A 50 km/h, la surface miroitante ondulait régulièrement. Mais ces ondes s'effaçaient sitôt que la vitesse du véhicule tombait au-dessous de 25 km/h.

Au couchant d'une journée fraîche, sans précipitations et par vent du Nord, je pus noter au revers d'une dune du Grand Erg, à quelques kilomètres d'El Goléa, une différence de température de 12° entre la masse interne de la dune et une croûte superficielle de sable d'une dizaine de centimètres d'épaisseur. Cette croûte était si humide qu'on eût pu la croire détrempée par une forte pluie. Comme il n'avait pas plu, c'était là à un phénomène très net de condensation de la vapeur d'eau atmosphérique que j'avais affaire : le contact de courant d'air froid du Nord avec la chaleur montante de la dune. Cette zone humide n'existait d'ailleurs qu'au bas du revers de la dune, très près de la région calme du tourbillon horizontal. Rendu attentif, je parcourais 10km de dunes. Sur plusieurs revers, je retrouvais la même couche humide, recherchée jusqu'à 50m de distance par les racines rampantes et superficielles des rares arbustes rencontrés.

BOTANIQUE. — *Particularités structurales de l'axe floral du* Ramondia pyrenaica *Rich.* Note de MM. **René Girard** et **Robert Lemesle**, transmise par M. J. Costantin.

Dans un précédent travail [1], nous avons décrit la polystélie de la souche du *Ramondia pyrenaica* Rich. La présente Note aura pour but de signaler les particularités structurales de la hampe florale laquelle reste monostélique.

En dedans d'un épiderme à cellules plus ou moins bombées extérieurement et pourvues d'une mince cuticule, se trouve un parenchyme cortical qui se compose d'élé-



Ramondia pyrenaica. — Coupe transversale de l'axe floral : *pc*, parenchyme cortical; *end*, endoderme; *per*, péricycle; *fll*, faisceau libéro-ligneux; *al*, amas libérien. Gr. : 130.

ments ovoïdes limitant des méats. On remarque, à l'intérieur de cette zone, un endoderme différencié à parois radiales plissées et subérifiées.

---

(1) R. Girard et R. Lemesle, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 67.

Vient ensuite un puissant cercle continu de tissu sclérifié dont la zone externe péricyclique *per* se compose d'éléments à parois épaisses. Cet anneau constitue la charpente de soutien de l'axe floral. Dans la profondeur de ce cercle, on observe, par places, des groupes d'amas libériens très rapprochés, en dedans desquels se trouvent des files de vaisseaux du bois. Il n'apparaît jamais aucun cambium. En alternance avec ces formations libéro-ligneuses, se trouvent, dans la région la plus interne de l'anneau de stéréome, de petites plages libériennes *al* sans aucune trace d'éléments ligneux. La moelle est formée de grandes cellules parenchymateuses avec des méats dans la partie la plus centrale.

La structure de l'axe floral du *Ramondia pyrenaica* Rich. présente ainsi certaines analogies avec celle du même organe de l'*Utricularia montana* Jacq. décrit par Schenck [1]. Cet auteur met en évidence, en dedans d'un endoderme différencié, un puissant anneau scléreux dans la zone la plus interne duquel se trouvent également des amas purement libériens; mais une différence importante est à signaler : chez l'*Utricularia*, il n'existe pas de bois et de liber réunis en faisceaux collatéraux comme chez le *Ramondia*, les amas libériens et ligneux restant toujours indépendants les uns des autres. Par ailleurs, Schenck signale en outre chez l'*Utricularia*, d'une part, de petits amas purement libériens placés entre l'endoderme et l'anneau sclérenchymateux, et d'autre part, des plages de tissu criblé circummédullaire, formations qui ne s'observent pas chez le *Ramondia*.

BOTANIQUE. — *Sur quelques particularités anatomiques des* Gnetum. Note [2] de Mlle **Lucienne George**, présentée par M. L. Blaringhem.

Les *Gnetum* présentent un certain nombre de caractères anatomiques les rapprochant des Dicotylédones :

1° Les branches horizontales acquièrent une structure dorsiventrale se traduisant par une épixylie comme chez les feuillus. La moelle est excentrique par suite du fort développement du bois de tension sur la face supérieure, du faible développement du bois de compression sur la face inférieure. Dans le bois de tension les fibres ligneuses sont plus nombreuses, le développement des rayons médullaires est plus considérable, les vaisseaux sont moins nombreux.

---

(1) H. Schenck, *Beiträge zur Kenntniss der Utriculariaceen, Utricularia montana* Jacq. *et Utricularia Schimperi* nov. spec. (*Pringsh. Jahrb. Wiss. Bot.*, 18, 1887, p. 218).

(2) Séance du 16 juillet 1930.

2° Il y a, comme chez le Chêne, des rayons médullaires larges, formés de plusieurs files de cellules allongées dans le sens radial, et des rayons médullaires unisériés. Les larges rayons médullaires, surtout importants chez les formes lianoïdes, permettent à la plante de s'accommoder aux torsions et sont formés par divisions cellulaires localisées.

3° Les trachéides fibreuses, les formes de transition entre les trachéides et les vaisseaux, les vaisseaux du bois primaire et du jeune bois secondaire, avec leurs nombreuses perforations simples ressemblent à ceux des Cupulifères.

4° Il y a des formations secondaires libéro-ligneuses normales, auxquelles font suite, chez certaines espèces (*G. africanum* Welw., *G. Thoa* R. Br., *G. Schwackeanum* Taub., *G. scandens* Roxb., *G. ula* Brongn., *G. neglectum* Bl.), des formations surnuméraires. Les zones anomales successives prennent naissance dans la zone parenchymateuse du péricycle et procèdent en direction descendante. Elles peuvent se former soit d'un seul côté, soit sur deux côtés opposés, soit sur tout le pourtour de la tige.

5° Les formations subéro-phellodermiques sont générales. Le périderme est épidermique ou sous-épidermique, sauf chez *G. cuspidatum* Bl., où il s'établit profondément dans l'écorce, produisant un rhytidome foliacé.

6° Des lenticelles primaires ou secondaires existent chez presque toutes les espèces. Le phelloderme lenticellaire est toujours riche en cristaux d'oxalate de calcium.

7° Il y a presque toujours des laticifères, localisés dans les tissus parenchymateux. Chaque laticifère est constitué par une seule cellule allongée, par une file de cellules, ou par une poche volumineuse présentant de nombreux renflements. Le contenu est amylacé, tannifère ou gommifère; le parenchyme avoisinant renferme toujours d'abondantes réserves d'amidon.

8° A l'aisselle des feuilles se trouvent souvent deux bourgeons en position superposée. Le bourgeon accessoire est une ramification du bourgeon axillaire et peut rester à l'état de bourgeon dormant ou se développer comme le bourgeon de première génération, ce qui contribue à rendre la végétation plus touffue.

9° Chez *G. gnemonoides* Brongn., le bourgeon axillaire ou les bourgeons multiples sont logés dans une poche gemmaire.

10° Les pétioles de *G. funiculare* Bl. présentent des formations péridermiques interrompues par des lenticelles et des formations secondaires libéro-ligneuses discontinues.

11° La morphologie externe des feuilles, leur nervation et leur structure sont du type des Dicotylédones.

En résumé, l'étude anatomique des *Gnetum* les sépare nettement des Gymnospermes parmi lesquels la plupart des botanistes les rangent actuellement.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la Mycocécidie du Gynophore de l'Arachide.* Note de M. **Aug. Chevalier**, présentée par M. L. Mangin.

L'organographie si remarquable des fleurs d'Arachides a été étudiée par Nissole, Poiteau, Bentham, Jacob de Cordemoy ; quant à l'anatomie elle a été l'objet, depuis quarante ans, des investigations de Pettit, Winton, Richter, Waldron, W. Russell. La structure des organes végétatifs des fleurs et des fruits de cette Légumineuse, unique dans son organisation, est donc connue dans ses grandes lignes. Par contre sa biologie n'a pas été l'objet d'études suivies et bien des points qui lui sont relatifs restent encore à approfondir.

On sait par exemple que les radicelles n'ont pas de poils absorbants audessus de la coiffe, mais il naît parfois sur certaines jeunes racines (surtout à la base des tuberculoïdes) des poils plus ou moins longs et distants dont on ne connaît pas bien le rôle et qui semblent provoqués par une réaction de l'hôte à la suite d'une infection. Un grand nombre de radicelles hébergent de bonne heure des Bactéries fixatrices d'azote et se transforment en tuberculoïdes ou bactérocécidies de taille très variable ; il en existe généralement de gros et de petits, mais on ignore si les deux tailles sont produites par la même Bactérie. Toutes les fleurs sont chasmogames mais le tube calicinal est de longueur variable et parfois presque nul ; l'ovaire très réduit est porté sur un court gynophore caché au fond du tube calicinal. Dès que la corolle est fanée ce gynophore s'allonge, non pas verticalement de haut en bas, mais le plus souvent obliquement (plutôt par chimiotactisme que par géotropisme), et il peut atteindre 10 à 20^{cm} de long. Cet allongement se fait par le recloisonnement très actif d'un méristème situé immédiatement audessous de l'ovaire, longtemps rudimentaire. La structure du gynophore est celle d'un axe-tige. Fracanzani le compare à un stolon qui serait terminé par un ovaire.

En dedans du parenchyme cortical il existe 13 à 17 faisceaux libéroligneux formant un anneau incomplet bordé en dedans par un cercle non continu de cellules à tanin promptement écrasées (W. Russell).

Cordemoy avait déjà établi que les gynophores se flétrissent si on les

empêche de s'enterrer, et Pettit, d'autre part, a montré que l'ovaire reste rudimentaire tant qu'il n'a pas pénétré dans le sol. A l'inverse de ce qui se produit dans la majorité des plantes la fécondation ne suffit donc pas pour provoquer le développement du fruit et de la graine. L'ovule peut rester réduit à un petit nombre de cellules pendant des semaines si l'ovaire n'est pas enterré ; par contre parvenu en terre, il se met à grossir presque aussitôt.

Par l'examen d'Arachides de provenances les plus diverses et appartenant à de nombreuses variétés, j'ai pu constater que le gynophore tant qu'il est exclusivement aérien reste cylindrique. Par contre dès qu'il a pénétré dans le sol, il se forme *toujours*, dans la partie enterrée, à quelques millimètres au-dessous du méristème terminal, un épaississement fusiforme de diamètre double en son milieu de la partie normale du gynophore. Ce fuseau, lorsque le fruit est prêt d'atteindre la maturité, mesure de 5^{mm} à 30^{mm} de long et il commence à $0^{cm},5$ ou 1^{cm} au-dessous du niveau du sol.

Examiné à la loupe sur des Arachides retirées du sol, le fuseau a l'aspect d'un manchon recouvert d'un feutrage de poils fins agglutinant très étroitement des grains de sable et parfois des particules d'humus. Si l'on examine au microscope une coupe transversale faite dans le fuseau, on constate que les fins poils épidermiques de formation tardive sont environnés de filaments mycéliens diversement pelotonnés, dont certains s'insinuent entre les cellules de l'hôte et pénètrent à l'intérieur. Les parois présentent bientôt la réaction des tissus subérisés.

Au-dessous de l'épiderme à contenu trouble existe une couche de 5 à 6 rangs de cellules parenchymateuses hypertrophiées.

L'invasion du gynophore par les filaments mycéliens débute par de petites pustules en saillies de 1 à 2^{mm} de diamètre qui sont séparées les unes des autres et ne se rejoignent qu'à la longue en formant un fuseau continu.

Le manchon pileux du gynophore de l'Arachide est une Mycocécidie, une association symbiotique obligatoire qui permet à la plante de fixer de l'azote et de puiser à l'aide des poils absorbants du manchon, de l'eau chargée de solutions nutritives. Cette eau s'emmagasine pour les périodes de sécheresse dans de grands méats qui se forment de bonne heure dans le péricarpe du fruit, méats qui prennent un développement particulièrement considérable dans les variétés *Jumbo* et *Rasteiro* du Brésil.

Toutefois l'apport des substances hydrocarbonées élaborées par la phytosynthèse dans les parties vertes de la plante est également nécessaire, car si l'on sectionne le gynophore au-dessous du manchon, le fruit jeune cesse de croître, bien que cet organe assimilateur lui reste adhérent.

C'est sans doute à la symbiose des gynophores autant qu'à celle réalisée dans les nodosités ou bactérocécidies des racines que l'Arachide peut fixer des quantités considérables d'azote; jusqu'à 300^{kg} par hectare en trois mois, dans les sols semi-arides du Sénégal, formés de sable presque pur.

PHARMACOLOGIE. — *Sur un nouveau dérivé hydrosoluble du camphre et de la spartéine : le* campho-sulfonate de spartéine. Note ([1]) de M. **Fernand Mercier**, présentée par M. A. Desgrez.

Il est classique d'associer, dans le traitement de la défaillance cardiaque au cours des maladies infectieuses, d'une part les injections d'huile camphrée ou d'un dérivé hydrosoluble du camphre, et d'autre part les injections de sulfate de spartéine.

Nous avons cherché à réaliser chimiquement cette association du camphre et de la spartéine en préparant un nouveau sel de l'acide campho-sulfonique : le *campho-sulfonate neutre de spartéine*. Les combinaisons cristallisées de la spartéine et des acides organiques sont très peu nombreuses. Stenhouse ([2]) prépara le picrate, sel très instable se décomposant dès sa formation. Mills ([3]) obtint l'oxalate de spartéine, mais ce sel cristallisait très difficilement. Enfin, Corriez ([4]) n'obtint aucun résultat avec les acides acétique, lactique, benzoïque, mais réussit à préparer cristallisé le salicylate neutre de spartéine.

Nous avons pu obtenir à l'état cristallisé le campho-sulfonate neutre de spartéine par deux procédés :

1° En mélangeant une solution alcoolique concentrée de spartéine avec une solution alcoolique concentrée d'acide campho-sulfonique, en proportions de 1 molécule de spartéine pour 2 molécules d'acide campho-sulfonique. En évaporant le mélange, il se dépose des cristaux que l'on peut purifier par cristallisations successives dans l'alcool.

2° A partir du campho-sulfonate de baryum, sel soluble dans l'eau préparé par Reychler ([5]). On mélange à chaud deux solutions aqueuses équimoléculaires de campho-sulfonate de baryum et de sulfate de spartéine. On

---

([1]) Séance du 21 juillet 1936.

([2]) Stenhouse, *Lieb. Annal.*, 78, 1851, p. 15.

([3]) Mills, *Lieb. Annal.*, 125, 1863, p. 71.

([4]) Corriez, *Thèse Doct. Pharmacie*, Paris, 1912.

([5]) Reychler, *Bul. Soc. chim.*, 19, 1898, p. 120.

porte le mélange à l'ébullition et l'on prolonge celle-ci pendant quelques minutes. On sépare le sulfate de baryum formé; on s'assure que le filtrat ne contient ni sulfate, ni baryum; on concentre au bain-marie et l'on termine l'évaporation dans un cristalloir. Il se dépose des cristaux que l'on purifie par cristallisations successives dans l'alcool.

La réaction peut être représentée par l'équation suivante :

$$C^{15}H^{26}N^2.SO^4H^2, 5H^2O + (C^{10}H^{15}OSO^3H)^2Ba$$
$$= C^{15}H^{26}H^2(C^{10}H^{15}OSO^3H)^2 + SO^4Ba + 5H^2O.$$

Le campho-sulfonate neutre de spartéine cristallise en aiguilles blanches, très solubles dans l'eau froide : 1 partie pour 0,85 d'eau à 15°, solubles dans l'alcool : 1 partie pour 4,9 parties d'alcool à 95°, solubles dans le chloroforme; insolubles dans l'éther, l'éther de pétrole, la benzine. Son point de fusion (au tube) est 241°. C'est un sel anhydre (maintenu pendant 3 heures à 110°, il ne change pas de poids) de formule

$$C^{15}H^{26}N^2, 2(C^{10}H^{15}OSO^3H)$$

correspondant à un poids moléculaire de 698.

Les solutions aqueuses de campho-sulfonate de spartéine sont acides aux indicateurs colorés, pH = 4,1.

En solution aqueuse à 10 pour 100, le campho-sulfonate de spartéine donne les réactions de précipitation des sels de spartéine : précipité rouge brique avec le réactif de Dragendorff, précipité blanc jaunâtre avec le réactif de Mayer.

Les cristaux de campho-sulfonate de spartéine ne donnent de coloration, ni avec le réactif de Fröhde, ni avec celui de Mandelin, ni avec celui de Wasicky.

Le dosage de la spartéine du campho-sulfonate neutre de spartéine, par précipitation au moyen d'un excès de NaOH caustique, épuisements répétés à l'éther et évaporation de cet éther, donne 0g,3345 de base par gramme de sel. La quantité théorique calculée étant 0g,335, le campho-sulfonate neutre de spartéine répond bien à la formule donnée

$$C^{15}H^{26}N^2, 2(C^{10}H^{15}OSO^3H).$$

Du point de vue expérimental, le campho-sulfonate de spartéine procède des propriétés de ses deux constituants. La mort des animaux à sang chaud : chiens, lapins, cobayes, survient, comme avec les autres sels de spartéine, par paralysie respiratoire; mais alors qu'il faut, pour produire celle-ci, des

doses de sulfate de spartéine de $0^g,05$ à $0^g,08$ par kilogramme (par voie intraveineuse chez le chien) correspondant environ de $0^g,025$ à $0^g,04$ de spartéine-base par kilogramme, il faut, dans les mêmes conditions expérimentales, $0^g,12$ à $0^g,15$ de campho-sulfonate de spartéine par kilogramme, soit $0^g,04$ à $0^g,05$ de spartéine base par kilogramme. Cette moindre toxicité du nouveau sel de spartéine, comparativement à celle du sulfate officinal, peut s'expliquer par l'action antagoniste, stimulante de l'acide campho-sulfonique sur le centre respiratoire.

Sur le cœur et les vaisseaux, le campho-sulfonate de spartéine possède une action spartéinique prédominante : augmentation du tonus cardiaque, bradycardie, action nicotinique sur le vague et le sympathique; mais la présence de l'acide campho-sulfonique, par son action stimulante et accélératrice cardiaque, diminue la bradycardie spartéinique, et semble aussi augmenter l'action vaso-dilatatrice de la spartéine. La vaso-dilatation produite par le campho-sulfonate de spartéine, nettement marquée sur le rein, conditionne une action diurétique expérimentale nette — diurèse que l'on peut obtenir chez le chien aussi bien par injection sous-cutanée que par injection intraveineuse, et qui peut atteindre, dans la demi-heure qui suit l'injection de campho-sulfonate de spartéine, le double et même parfois le triple de la diurèse normale.

L'action diurétique expérimentale du campho-sulfonate de spartéine, venant s'ajouter aux propriétés cardio-vasculaires intéressantes que ce sel tient de ses constituants, permet de penser que ce nouveau dérivé hydrosoluble du camphre et de la spartéine est susceptible d'utilisations thérapeutiques.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une méthode de purification du carotène et sur l'activité vitaminique d'un carotène purifié.* Note de M. **M. Javillier** et Mlle **L. Emerique**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons apporté récemment de nouvelles preuves expérimentales de l'activité vitaminique A de préparations de carotène d'origine foliaire ([1]) ou issues de la racine de carotte ([2]). Dans tous ces cas il s'agissait de carotènes

([1]) M. Javillier et L. Emerique, *Sur l'activité vitaminique du carotène* (*Comptes rendus*, 190, 1930, p. 655).

([2]) Résultats cités dans le travail mentionné à la note ([1]) de la page suivante.

cristallisés de premier jet, n'ayant subi aucune purification particulière. Il importait de rechercher si un carotène soumis à une purification soigneuse conserve, ou non, la propriété de se comporter comme vitamine A. Il était d'autant plus urgent de le vérifier que nous nous trouvions en présence de faits contradictoires, M. Drummond avançant que du carotène purifié, dont le point de fusion constant est 185°, ne possède aucune activité vitaminique, MM. von Euler et P. Karrer affirmant au contraire que ce carotène est, à ce même point de vue, d'une haute activité (¹).

La difficulté pour réaliser l'expérience est : 1° de purifier le carotène sans l'altérer en quelque mesure et annihiler par là même ses propriétés physiologiques; 2° d'assurer la séparation du carotène supposé inactif de l'impureté qui l'accompagnerait et qui serait la véritable vitamine. La circonstance qui peut le plus aisément altérer le carotène est le contact avec l'air; celle dont on peut craindre qu'elle ne provoque l'adsorption par lui d'une substance étrangère est la cristallisation lente par refroidissement d'un solvant renfermant une quantité si minime que l'on voudra, de cette autre substance (²).

Nous purifions le carotène comme il suit (³) : le dissoudre dans le sulfure de carbone; faire tomber goutte à goutte cette solution dans un grand excès d'alcool méthylique bouillant; éliminer le sulfure de carbone; filtrer bouillante la liqueur méthylique dans laquelle se trouve en suspension le carotène précipité (⁴). Grâce à un dispositif que nous avons inventé, ces opérations peuvent se faire, sans interruption, en atmosphère d'azote. Elles peuvent être répétées aussi souvent qu'on le voudra avec les carotènes successivement purifiés, le nombre des essais étant seulement limité par la quantité de matière première que l'on consacre à l'expérience.

Sur 650^{mg} d'un carotène de carotte, cristallisé, fondant à 172-173° et reconnu actif à la dose quotidienne de $\frac{3}{100}$ de milligramme chez le rat carencé, l'on a pratiqué cinq purifications successives suivant la technique

---

(¹) Pour l'historique, la bibliographie et la discussion de cette question, voir : M. Javillier, *Le carotène et la croissance des animaux* (*Bull. Soc. Chim. biol.*, 12, 1930, p. 554, et *Bull. Soc. chim.*, 47, 1930, p. 489).

(²) Dans la méthode de M. P. Karrer, le carotène cristallise par refroidissement de sa solution dans le cyclohexane.

(³) C'est la méthode à laquelle il est fait allusion dans notre conférence d'avril [indication bibliographique, note (¹) ci-dessus].

(⁴) Il précipite cristallin avec une forme particulière.

indiquée. Il nous est resté 178^{mg} de corps fondant à 184°-185° (plus près de 185°). C'est le point de fusion, que dans une autre expérience (non réalisée en atmosphère d'azote) nous avions trouvé pour un carotène obtenu après sept précipitations dans l'alcool méthylique bouillant de la solution sulfocarbonique d'un carotène fondant initialement à 182°.

Les liqueurs méthyliques successives renfermaient à l'état dissous des quantités décroissantes de substance (21^{mg} par 10^{cm^3} dans la première; 1^{mg} par 10^{cm^3} dans la dernière).

Sans pouvoir affirmer que notre carotène avait atteint le plus haut degré de pureté possible, il nous est permis de penser qu'il avait déjà subi une sérieuse purification. *Or, ce carotène éprouvé physiologiquement agit, à dose faible, comme vitamine* A. *A la dose de* $\frac{6}{100}$ *de milligramme pro die* et par rat carencé d'environ 100^{g}, il arrête la chute de poids, guérit la xérophtalmie et donne des reprises de croissance qui se traduisent par des courbes peu au-dessous de la normale (gain de poids journalier moyen de $1^{g},1$). *A la dose de* $\frac{4,5}{100}$ *de milligramme*, il produit des effets très voisins. *A celle de* $\frac{3}{100}$ *de milligramme*, il arrête encore la chute de poids et guérit la xérophtalmie; avec cette dose, les reprises de croissance des animaux n'ont pas été très uniformes, trois sur cinq ayant eu une reprise franche et deux ayant seulement stabilisé leur poids pendant le mois qu'a duré l'observation. Même avec cette dose l'action curative n'en est pas moins manifeste [1].

En somme un carotène qui a subi une purification déjà avancée, analogue en cela aux carotènes actifs qui ont été expérimentés par von Euler et P. Karrer, supérieur peut-être en raison des circonstances expérimentales de la purification, et fondant à la température indiquée par M. Drummond pour son carotène pur mais inactif, *ce carotène possède franchement des propriétés vitaminiques*. Nous poussons cependant la recherche plus loin

---

(1) Les divers carotènes bruts que nous avons expérimentés donnaient tous à la dose de $0^{mg},03$, des reprises de croissance nettes, les angles de croissance déterminés suivant notre technique, étant compris entre 25 et 36°. Il est intéressant de mentionner que le carotène sept fois recristallisé à l'air auquel nous faisons allusion dans un précédent paragraphe ne présentait, à la dose de $0^{mg},03$ *pro die*, qu'une activité vitaminique faible. Peut-être cette constatation nous permettra-t-elle d'amorcer la conciliation des faits observés par Drummond d'une part, von Euler et Karrer d'autre part.

Il faut observer que nos conditions d'expérimentation sont toujours très rigoureuses, la cure intervenant quand l'animal en pleine carence est en période de chute de poids et a perdu 10 pour 100 du poids maximum atteint.

encore, certaines des observations et suggestions exprimées par l'un de nous dans un précédent travail [1] conservant leur valeur et leur intérêt.

BACTÉRIOLOGIE. — *De la conservation, dans la nature, en hiver, des Drosophiles porteurs de levures.* Note de MM. **Edm. Sergent** et **H. Ducros-Rougebief**, présentée par M. Roux.

Par nos expériences précédentes [2] faites en Algérie, nous avons démontré que les Drosophiles jouent un grand rôle dans la dissémination des levures à travers le vignoble où ils abondent pendant la belle saison. Nous avons établi également que les poussières de l'air n'ont jamais apporté de levures sur les grappes et que, d'autre part, elles les ont constamment ensemencées de moisissures.

Nous nous sommes demandé quel était, en hiver, le mode de conservation des Drosophiles et des levures qu'ils transportent. Nous avons donc organisé, en Algérie également, des observations systématiques, depuis octobre 1929 jusqu'en juillet 1930, en vue d'éclaircir cette question.

Deux sortes de champs d'observation ont été choisis : les uns dans des locaux hantés spécialement par les Drosophiles au moment des récoltes, caves, fruitiers; les autres sur des emplacements quelconques.

Une cave de vinification située au milieu d'un vaste vignoble, à Birtouta, lieu distant d'Alger de 25^{km}, a été visitée, d'octobre à juillet, tous les 15 jours au moins. Nous y avons constamment observé des Drosophiles adultes voletants ou au repos et nous y avons également vu, durant les mois de février et de mars, des larves de Drosophiles grouiller dans du moût qui suintait d'une barrique.

De même nous avons observé l'intérieur de fruitiers situés l'un à Blida, l'autre à Kouba, près d'Alger. Dans chacun, nous avons constamment rencontré des Drosophiles à tous les stades : adultes voletants ou posés de-ci de-là; larves et pupes tassées surtout sur les fruits entamés. Les températures minima observées ont été de 4° à 6°.

D'autre part, sur des emplacements quelconques, terrains plus ou moins proches des habitations, nous nous sommes également livrés à des investi-

---

(1) Mentionné dans la note (1) de la page 227.

(2) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 732; **180**, 1925, p. 1078; **182**, 1926, p. 1238.

gations en vue de déterminer si des Drosophiles étaient présents. Nous n'en avons rencontré aucun volant librement; mais, ayant déposé des appâts, détritus de fruits, au fond de petites fosses creusées dans des jardins très distants l'un de l'autre, les 15 décembre 1929 et 5 février 1930, nous avons noté que, dès le lendemain et constamment depuis, des Drosophiles adultes sont venus se poser sur ces fragments et, par les temps pluvieux et froids, se tasser dessous. Ces fruits étaient absolument indemnes d'œufs, larves ou pupes de Drosophiles au moment du dépôt; des quantités témoins furent mises sous grillage; aucun Drosophile ne s'y observa.

A différentes époques, nous avons prélevé aseptiquement des Drosophiles de tous les lieux où nous les avons rencontrés. Les captures étaient faites en plein vol à l'aide de filets passés à l'autoclave.

Nous en avons eu ainsi un total de 223 : chacun d'eux a été mis dans un tube contenant quelques centimètres cubes de moût stérile. Nous avons observé quotidiennement ces 223 tubes pendant un minimum de 25 jours et nous avons vu, dans 125 de ces 223 tubes, des fermentations se produire. Nous avons remarqué, d'autre part, dans 30 tubes sur les 223, des dépôts d'œufs suivis d'éclosions de larves; la moyenne de ces œufs pondus, et qui ont éclos, a été d'une quinzaine par tube. Les œufs et fermentations ont été observés dans des tubes de toutes provenances : cave de Birtouta, fruitiers de Blida, de Kouba et fosses.

Dans quelques cas, nous avons pu faire des analyses et des dosages des produits de ces fermentations. En particulier dans les tubes de moût qui ont reçu des Drosophiles de la cave de Birtouta nous avons titré jusqu'à 10°,3, 10°,5 et 11° d'alcool.

En conclusion, nos dernières expériences établissent que les Drosophiles, qui se sont montrés pendant la belle saison propagateurs des levures à travers les vignobles, passent l'hiver dans les mêmes locaux où ils ont afflué au moment des vendanges ou de la rentrée des fruits, locaux où sont gardées des substances fermentescibles, donc éminemment propres à la vie des levures. Ces expériences mettent en évidence, d'autre part, que la présence de ces insectes reste constante, à l'air libre, dans la campagne. Enfin, elles démontrent que les Drosophiles d'hiver continuent, dans une large proportion, à être porteurs de levures.

BIOLOGIE MICROBIENNE. — *Sur l'affinité du bacille diphtérique pour le cuivre.* Note [1] de MM. **A. Leulier** et **P. Sédaillan**, présentée par M. H. Vincent.

En poursuivant l'étude chimique comparative du bacille diphtérique et de la toxine qui en dérive (isolée par floculation à pH, 4,7 de la toxine brute), nous avons été amenés à évaluer le taux des cendres et à en déterminer la composition. Or, dans toute une série de recherches, nous avons obtenu des cendres plus ou moins colorées en vert bleuâtre, et particulièrement riches en cuivre. C'est ainsi que nous avons pu trouver (10 expériences) des quantités de ce métal variant de 0,15 à 0,20 pour 1000 de bacilles secs et de 0,80 à 1^{g},20 pour 1000 de toxine desséchée à + 100°.

En recherchant l'origine possible de ce métal, qui n'est apporté qu'en infimes quantités par les éléments normaux du bouillon Martin, nous l'avons trouvée dans le mode de filtration du bouillon vierge. En effet ce dernier était filtré sur des entonnoirs de cuivre partiellement dénickelés. D'autre part le cuivre faisait bien partie intégrante du protoplasma bacillaire qui ne pouvait en être débarrassé par des lavages successifs à l'acide chlorhydrique à $\frac{1}{10}$, par l'ammoniaque diluée et enfin par l'eau distillée. Une première conclusion s'imposait, c'est que le cuivre, qui s'était révélé antiseptique vis-à-vis de la flore microbienne en contact avec des pièces de monnaie de bronze (H. Vincent) [2], ne semblait pas s'opposer au développement du bacille diphtérique et à son pouvoir toxigène, car rien d'anormal n'avait été noté lors de l'analyse biologique de telles toxines.

Nous avons donc étudié l'influence de doses croissantes de sulfate de cuivre sur des bacilles cultivés sur des bouillons fabriqués strictement dans des récipients de verre. Voici les résultats trouvés concernant le poids de bacilles récoltés, de toxine floculée et le taux de cuivre [3].

---

(1) Séance du 16 juillet 1930.

(2) H. Vincent, *Sur les microbes existants à la surface des pièces de monnaie* (*Revue d'Hygiène et de police sanitaire*, 17, 1895, p. 693).

(3) Ce métal a été dosé par colorimétrie en solution dans l'ammoniaque, en observant les précautions indiquées par B. Guérithault dans sa Thèse de pharmacien supérieur. (Paris, 1927, Vigot frères.)

	Bacilles secs pour 1000 de bouillon.	Floculat sec pour 1000 de toxine.
	g	g
A. Témoin sans cuivre	1,264	0,073
Bouillon avec cuivre :		
2^{mg} par litre	1,358	0,093
4^{mg} »	1,324	0,103
6^{mg} »	1,358	0,088
8^{mg} »	1,340	
B. Témoin sans cuivre	1,119	0,055
Bouillon avec cuivre :		
4^{mg} par litre	0,818	0,043
6^{mg} »	0,733	0,034
8^{mg} »	1,340	
C. Témoin sans cuivre	1,356	0,075
Bouillon avec cuivre :		
15^{mg} par litre	1,900	0,098

Les dosages de cuivre dans les bacilles cultivés sur le bouillon pur ont révélé de faibles teneurs de métal, de l'ordre de 30 à 40^{mg} par kilogramme de bacilles secs alors que dans le floculat la réaction n'était que très peu ou même pas visible en raison des faibles prises d'essais. Par contre, sur les bacilles cultivés sur cuivre, nous avons noté des teneurs variant de $0^{g},63$ à $1^{g},60$ par kilogramme, et le floculat sec s'est montré aussi riche puisque nous avons pu évaluer le taux du cuivre à $1^{g},05$ et à $1^{g},10$ pour 100 de substance sèche. Si l'on additionne le bouillon de doses plus fortes de solution cuivrique, de façon à atteindre des chiffres de métal de l'ordre de 40 à 50^{mg} par litre, le bacille se développe mal et l'action antiseptique se fait nettement sentir.

Des recherches précédentes, il résulte que le bacille diphtérique n'est pas influencé par de faibles doses de sulfate de cuivre et qu'il possède la propriété de fixer ce métal dans de notables proportions qui ne se rencontrent guère dans d'autres organismes vivants. D'autre part on retrouve dans la toxine floculée ce même métal qui paraît entraîné par les nucléoprotéides, et il semble que ce phénomène est une nouvelle preuve que la toxine diphtérique est produite, au moins partiellement, par la lyse du bacille lui-même.

THÉRAPEUTIQUE PHOTOCHIMIQUE. — Note de MM. **Charles Benoit** et **André Helbronner**, présentée par M. H. Vincent.

Depuis 13 ans nous étudions l'action thérapeutique des rayons ultraviolets et des rayons infrarouges [1]; nous avons indiqué que les ultraviolets agissent sur le sang des capillaires superficiels en fixant l'oxygène sur les globules rouges (hémoglobine) et en oxydant également les substances de désassimilation (urée); quant aux rayons infrarouges, ils provoquent une hypérémie intense avec diminution des globules blancs.

Nous avons cherché, en dernier lieu, à établir si l'emploi des agents chimiques thérapeutiques, combiné à l'action de ces radiations, permet d'obtenir des résultats impossibles avec chacun de ces modes de traitement utilisés isolément : l'expérience ayant justifié notre attente, il en résulte une thérapeutique combinée nouvelle.

Une observation initiale nous a apporté, d'abord, une première vérification des vues précédentes; si, en effet, des animaux reçoivent des injections intraveineuses d'alcaloïdes à doses faibles non toxiques (vératrine, colchicine, aconitine, digitaline, etc.), ils ne présentent, de ce fait, aucun accident. Mais si, quelques heures plus tard, on les soumet à une irradiation ultraviolette intense, il se produit alors des accidents graves, mortels même parfois (vératrine, colchicine).

Il semble donc que l'ultraviolet jouisse de la propriété de sensibiliser l'organisme vis-à-vis des alcaloïdes dont l'action se trouve ainsi exaltée.

Ce premier résultat nous a amenés à généraliser la méthode; nous nous sommes adressés, par exemple, aux composés arsenicaux (syphilis, paludisme, etc.). Des malades non améliorés par cette médication furent entraînés à supporter des doses intenses d'ultraviolet, puis on effectua le traitement combiné (injection intraveineuse d'arsénobenzol ou d'acétylarsan) avec bain général d'ultraviolet. Les phénomènes morbides, après une période d'exaspération (particulièrement manifeste dans des cas de chorée rebelles, jusque-là, à tout traitement) diminuent ensuite pour faire place à des progrès continus de plus en plus importants. Sur une centaine de cas ainsi traités, à part quatre échecs et une dizaine d'améliorations notables, on n'a eu à enregistrer que des résultats positifs complets; dans les cas de paludisme on ne rencontra même aucun échec.

---

(1) *Comptes rendus*, 165, 1917, p. 572, et 177, 1923, p. 786.

L'agent chimique peut être injecté par voie sous-cutanée ou même simplement ingéré, mais la méthode par voie sanguine reste la méthode de choix.

Les composés de l'iode, du mercure, de l'argent, de l'or, du magnésium, du calcium, ainsi que les alcaloïdes : quinine, digitaline, aconitine, donnèrent lieu à un grand nombre d'observations analogues dans le traitement des affections qui leur sont justiciables. Notons enfin que les colloïdes en injection intraveineuse se sont montrés peu sensibles à l'action des ultraviolets.

Au cours de ces observations, ayant constaté que l'ultraviolet restait parfois sans effet, nous avons utilisé l'infrarouge ; vu, en effet, l'antagonisme physiologique existant entre ces deux catégories de radiation [1] la non-activité de l'ultraviolet pouvait impliquer, *a contrario*, l'efficacité de l'infrarouge. On a utilisé, à cet effet, la thiosinamine, dont on connaît le pouvoir résolutif sur les dégénérescences fibreuses et qui fut reconnue insensible à l'action ultraviolette. La thiosinamine est d'abord absorbée par le patient pendant quelques jours ; après imbibition de l'organisme, on irradie localement la partie à traiter par l'infrarouge (4 à 7 μ) ; ces irradiations permettant de localiser toute l'action de la thiosinamine sur la région irradiée traitée. Au bout d'environ deux mois de traitement, on constate la résolution presque complète des infiltrations fibreuses. Or, aucun résultat comparable ne fut obtenu, dans des cas analogues, avec la thiosinamine seule ou par simple irradiation infrarouge.

Il y a lieu de prévoir une correspondance entre les spectres d'absorption des agents chimiques mis en œuvre et les radiations qui les activent, le maximum d'activité devant coïncider avec la région où les vibrations sont le plus énergiquement absorbées. Nous nous proposons d'étudier cette question qui permettra sans doute de déterminer les longueurs d'onde (ultraviolet, lumière colorée ou infrarouge) produisant pour chaque corps une activation spécifique.

Il y a lieu encore d'indiquer comme se rattachant à la présente méthode l'activation des vaccins par irradiation infrarouge. Il a été traité ainsi plusieurs centaines d'infections staphyloccocique (furoncles, anthrax, phlegmons) ainsi que de nombreux érysipèles, lymphangites, phlébites infectieuses, arthrites infectieuses, etc.). Dans ces traitements, on utilise d'abord un vaccin-stock avec irradiation infrarouge pour le remplacer par

---

(1) *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 786.

un auto-vaccin aussitôt que possible. La guérison se trouve ainsi accélérée d'une façon très sensible (environ 50 pour 100); en outre, l'importance du processus infectieux se trouve notablement limitée dès le début.

En résumé :

1° La présence de certaines matières médicamenteuses dans l'organisme, particulièrement dans le torrent circulatoire, détermine des effets thérapeutiques beaucoup plus actifs quand on expose en même temps le sang par la voie des capillaires superficiels à l'action des radiations ultraviolettes.

2° La présence de certaines matières médicamenteuses dans l'organisme détermine des effets thérapeutiques beaucoup plus actifs quand on expose la partie à traiter à l'action des radiations infrarouges.

3° Il devient par suite possible, pour obtenir un effet thérapeutique donné, de diminuer dans des proportions importantes les doses employées, d'où utilisation thérapeutique intégrale du médicament; cet avantage est particulièrement utile quand on s'adresse aux substances toxiques (arsenic, iode, mercure, alcaloïdes, etc.).

4° On peut prévoir une corrélation entre le spectre d'absorption du médicament employé et les radiations qui l'activent, d'où possibilité éventuelle de déterminer *a priori* les radiations activantes.

5° Certains vaccins sont activés par l'irradiation infrarouge.

6° La présente méthode ouvre un champ thérapeutique nouveau dont les applications sont des plus nombreuses.

La séance est levée à 16h.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE JUIN 1930.

Électrothermie appliquée, par GEORGES FLUSIN. In *Encyclopédie de Chimie industrielle*. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1930; 1 vol. 23cm,3. (Présenté par M. Matignon.)

Tuberculose, contagion, hérédité, par AUGUSTE LUMIÈRE. Lyon, Léon Sézanne, 1930; 1 vol. 22cm.

Constitution et thermochimie des molécules, par ALBERT et MARCEL GOSSELIN. Paris, Presses universitaires de France, 1930; 1 vol. 25cm,5.

Das arteriensystem der Japaner, par BUNTARO ADACHI. Kyoto, Kenkyusha, 1928; 2 vol. 40cm,7.

Hélice à variation automatique du pas, par D. SENSAUD DE LAVAUD. Paris, chez l'auteur; 1 fasc. 24cm.

Cours de mécanique de l'École polytechnique, par PAUL PAINLEVÉ et CHARLES PLATRIER. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1929; 1 vol. 28cm,5.

Description géométrique détaillée des Alpes françaises, Tome II : *Massifs du Chablais et du Faucigny, versant français du massif du Mont Blanc*, par PAUL HELBRONNER. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1930; 1 vol. 32cm,5.

Carte géologique du massif du Mont Blanc, 58 × 45, avec une notice explicative, par PAUL CORBIN et NICOLAS OULIANOFF. Paris, G. Jacquart, 1930; 1 fasc. 21cm,5.

Brown-Séquard et son œuvre. Esquisse biographique, par F.-A. ROUGET. Port Louis, The general Printing et Stationery Cy, 1930; 1 vol. 18cm,8.

(*A suivre.*)